

Interpretación y elaboración de informes de la gammagrafía cardíaca con trazadores ávidos de hueso en la sospecha de amiloidosis cardíaca por transtiretina (AC-ATTR)

Interpretación y elaboración de informes de la gammagrafía cardíaca con trazadores ávidos de hueso en la sospecha de amiloidosis cardíaca por transtiretina (AC-ATTR)

INTRODUCCIÓN

La gammagrafía cardíaca con trazadores ávidos de hueso, ácido ^{99m}Tc -3,3-difosfono-1,2-propanodicarboxílico (Tc - 99m DPD), ^{99m}Tc -pirofosfato (Tc - 99m PYP) y ^{99m}Tc -hidroximetileno difosfonato (Tc - 99m HMDP o Tc - 99m HDP), es el principio básico de una vía de diagnóstico basada en la captura de imágenes para una confirmación precisa y no invasiva de la amiloidosis cardíaca por transtiretina (AC-ATTR). Aunque los protocolos para la captura de imágenes anteriormente enfatizaban la captura de imágenes planar y el cálculo de la relación corazón-pulmón contralateral (H/CL) en la vista planares anterior para el diagnóstico confirmatorio,¹ las recomendaciones recientes reconocen que los hallazgos en las capturas de imágenes planas dan como resultado una interpretación incorrecta de la imagen y resaltan que la evaluación tomográfica en SPECT o SPECT/TC es el estándar de diagnóstico.^{2,3}

A pesar de que las directrices actuales recomiendan obtener imágenes 3 horas después de la inyección del trazador, cada vez hay más evidencia de una precisión diagnóstica similar cuando las imágenes se hacen 1 o 3 horas después de la inyección del trazador.^{4,5} Si las imágenes se hacen 1 hora después de la inyección del trazador y la actividad excesiva del pool sanguíneo limita la evaluación precisa de la captación del trazador miocárdico, entonces se debe repetir la captación de imágenes a las 3 horas.

La captación del trazador miocárdico se puede observar en algunos casos con amiloidosis de cadenas ligeras (AC-AL).⁶ Por lo tanto, es imperativo recomendar la evaluación de la discrasia de células plasmáticas cuando se informen los hallazgos de la captura de imágenes (ya sean que sugieran o no AC-ATTR). Esto se puede hacer mediante la cuantificación de las cadenas ligeras kappa y lambda en suero y haciendo una electroforesis de inmunofijación en suero y orina.

ENFOQUE PASO A PASO PARA LA INTERPRETACIÓN DE GAMMAGRAFÍA CARDÍACA CON TRAZADORES ÁVIDOS DE HUESO

Paso 1: Confirmación de la captación miocárdica del trazador

- Evalúe la reconstrucción de SPECT cardíaco o del tórax para confirmar la captación miocárdica (**Figura 1**)⁷
- Diferencie la actividad del pool sanguíneo de la captación del trazador miocárdico (**Figura 2**)
- Si se confirma la captación del trazador miocárdico en el SPECT, continúe con el Paso 2.

La captura de imágenes planares y H/CL son insuficientes para diagnosticar AC-ATTR

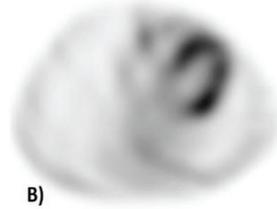
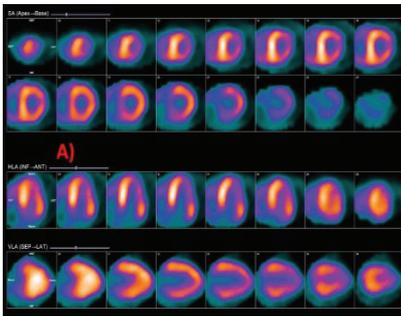


Figura 1: A) y B) SPECT cardíaco y de tórax que confirman la captación miocárdica del trazador.

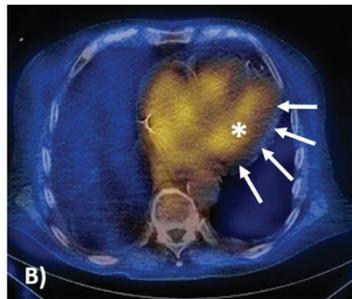
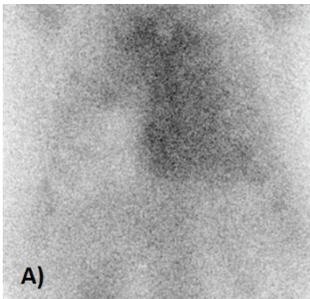


Figura 2: A) Imagen planar anterior que representa la actividad del trazador en el corazón, que confirma (B) como actividad excesiva en el pool sanguíneo en SPECT/TC.

* Representa la actividad de la acumulación de sangre y las flechas delinean el miocardio.

Paso 2: Puntuación visual semicuantitativa (Puntuación de Perugini) (Figura 3)

Grado 0: Sin captación miocárdica y captación normal en hueso

Grado 1: Captación miocárdica menor que la captación en costillas

Grado 2: Captación miocárdica igual a la captación en costillas

Grado 3: Captación miocárdica mayor que la captación en costillas

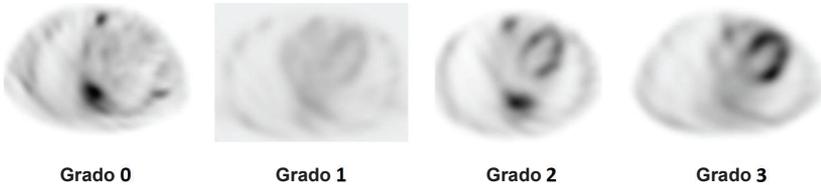


Figura 3: Grados visuales semicuantitativos en la reconstrucción mediante SPECT.

- **Grado 0:** Si se excluye AC-AL, puede ser necesaria una evaluación adicional, incluyendo una biopsia endomiocárdica, en pacientes con sospecha alta de AC.⁶
- **Grado 1:** la captación se puede observar en AC-AL o puede reflejar AC-ATTR temprana. Se debe considerar una evaluación adicional, incluyendo una biopsia endomiocárdica, para aclarar el diagnóstico en pacientes con sospecha alta de AC.
- **Grado 2 o Grado 3:** la captación es consistente con AC-ATTR, DESPUÉS de la exclusión de la discrasia de células plasmáticas, ya que se puede observar cualquier grado de captación con AC-AL.

Paso 3 (Opcional): Cuantificación de la captación del trazador miocárdico

La cuantificación de la captación del trazador miocárdico mediante la determinación de la relación H/CL (**Figura 4**) se consideraba anteriormente como una herramienta de diagnóstico para confirmar AC-ATTR y diferenciarla de AC-AL. La evidencia reciente sugiere que la relación H/CL es inadecuada para el diagnóstico de AC-ATTR y, como tal, no se debe usar para ese propósito. Sin embargo, la cuantificación de la captación del trazador miocárdico podría tener valor para evaluar el estado de la enfermedad y se puede hacer como un paso opcional, pero NO se debe usar para confirmar ni refutar un diagnóstico de AC-ATTR.

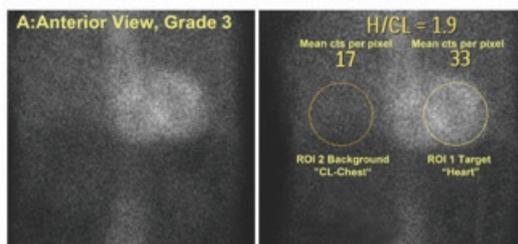


Figura 4: Cuantificación de la captación del trazador miocárdico (opcional).

Notas:

- La literatura reciente quita importancia al uso de la relación H/CL para el diagnóstico.⁸ El diagnóstico sólo se debe hacer basándose en el grado visual de las imágenes de SPECT o SPECT/TC.
- Observaciones que requieren una cuidadosa consideración antes de interpretar y elaborar informes de estos estudios:
 - a. El exceso de actividad en el pool sanguíneo en imágenes planares y de SPECT se interpreta como exploraciones positivas.
 - b. Diagnóstico erróneo de amiloidosis AL, si en el informe final no se recomiendan estudios de cadenas ligeras libres en suero y electroforesis de inmunofijación en suero y orina.
 - c. La captación de Tc-99m PYP/DPD/HMDP se puede observar en casos de lesión miocárdica, incluyendo pericarditis, infarto de miocardio observado como captación regional y quimioterapia o toxicidad miocárdica asociada a fármacos.
 - d. Se puede observar una captación fisiológica normal de los trazadores de hueso Tc-99m en el tejido mamario. Los procesos degenerativos en la columna torácica pueden explicar la actividad cardíaca adicional. Los cambios parenquimatosos pulmonares pueden mostrar captación del trazador de hueso Tc-99m en imágenes planares y los objetos ubicados por delante del miocardio pueden atenuar la captación.

TABLA 1. FUENTES DE INTERPRETACIONES FALSAS SOBRE LA RECONSTRUCCIÓN SPECT DE GAMMAGRAFÍA CARDÍACA CON TRAZADORES ÁVIDOS DE HUESO

Estudios falsos positivos	Estudios falsos negativos
Actividad excesiva en el pool sanguíneo	Mutaciones genéticas con baja sensibilidad para los trazadores de hueso Tc-99m (Ser77Tyr, Phe64Leu)
Lesión de miocardio reciente (pericarditis, infarto de miocardio)	Enfermedad temprana
Captación de tejido mamario	Lavado del trazador a las 3 horas
Cambios parenquimatosos pulmonares	AC-ATTR solo con fibrillas tipo B
Fractura de costilla	
Lesiones metastásicas	
Toxicidad por hidroxiclороquina	
<p>Se necesita la exclusión de las proteínas monoclonales para obtener un diagnóstico definitivo y evitar diagnósticos erróneos y tratamientos inadecuados.</p> <p>Las interpretaciones falsas aumentan si se usa la captura de imágenes planares para determinar la captación del trazador miocárdico.</p>	

ELABORACIÓN DE INFORMES ESTANDARIZADA DE GAMMAGRAFÍA CARDIACA con TRAZADORES ÁVIDOS DE HUESO

Parámetro	Elementos
Datos demográficos	Nombre del paciente, edad, sexo, motivo para la prueba, fecha del estudio, estudios de imágenes previos, resultados de la biopsia, si están disponibles
Métodos	Técnica de captura de imágenes, dosis del radiotrazador y modo de administración, intervalo entre la inyección y la exploración, técnica de exploración (SPECT, planar, opcional)
Hallazgos	Calidad de imagen, interpretación de exploración visual, interpretación semicuantitativa en relación con la captación de costilla
Hallazgos suplementarios	Captura de imágenes de cuerpo entero, si se adquieren imágenes planars de cuerpo entero (opcional); interprete la TC para corregir la atenuación si se usan escáneres SPECT/TC (recomendado)

Conclusiones	<p>1. Resuma la interpretación de los hallazgos de la captura de imágenes:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Negativo para la captación del trazador miocárdico b. Positivo para la captación del trazador miocárdico <p>2. Indique si los hallazgos de las imágenes sugieren AC-ATTR si hay disponibles resultados para descartar la enfermedad de cadenas ligeras; de no ser así, entonces,</p> <p>3. Recomiende descartar la amiloidosis de cadenas ligeras mediante la cuantificación de las cadenas ligeras kappa y lambda séricas y mediante la electroforesis de inmunofijación en suero y orina</p> <p>Negativo: Sin captación del trazador miocárdico y grado visual semicuantitativo 0 en pacientes con sospecha de enfermedad baja</p> <p>Positivo: Si se confirma visualmente la captación miocárdica de Tc-99m PYP/DPD/HMDP (HDP)⁶</p>
--------------	--

Adaptado de: References 2, and 3, and the ASNC Practice Points
<https://www.asnc.org//Files/Guidelines%20and%20Quality/19110%202021%20ASNC%20Amyloid%20Practice%20Points%20PYP-MAY19-2022.pdf>

Nota: Tc-99m PYP, Tc-99m DPD and Tc-99m HMDP (HDP) no tienen la aprobación de FDA para el diagnóstico de AC-ATTR.

EJEMPLOS DE INFORMES

Informe de captura de imágenes con Tc-99m PYP

Jamieson Bourque, MD, MS, University of Virginia, Charlottesville, VA.

Resumen de la interpretación

- La captación miocárdica fue negativa con grado visual de 0.
- Los hallazgos no sugieren amiloidosis ATTR cardíaca.

Se recomienda la evaluación de amiloidosis AL mediante inmunofijación de cadenas ligeras libres en suero y orina en todos los pacientes que se sometieron a la captura de imágenes con Tc-99m PYP.

Los resultados se deben interpretar en el contexto de una evaluación previa y se recomienda la derivación a un hematólogo o experto en amiloidosis si: a) la ecografía y/o la RMC fuertemente amiloidosis cardíaca y el Tc-99m PYP no es sugestivo ni equívoco y/o b) las cadenas ligeras libres en suero son anormales o equívocas.

Jamieson Bourque, MD

Hallazgos de ATTR

Protocolo de captura de imágenes

Las imágenes se hicieron una hora y tres horas después de la inyección de 19,5 mCi de Tc-99m PYP. El trazador se inyectó en la vena antecubital Rt. La captura de imágenes planas se hizo en las vistas anterior, OAI y LAT IZQ. Posteriormente se hizo una tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT). Los resultados de las imágenes planares y de SPECT se evaluaron visualmente. A partir de las imágenes planas se obtuvo una relación cuantitativa corazón-pulmón contralateral (H/CL). Las imágenes SPECT se evaluaron para determinar la captación regional y diferenciar la captación miocárdica del pool sanguíneo y la actividad de la costilla subyacente.

Datos clínicos

El estudio se hizo para evaluar la presencia de amiloide cardíaco ATTR.

Resultados de la captura de imágenes

La captación miocárdica fue negativa. El grado visual fue 0. La relación cuantitativa H/CL no se informa dado el grado visual 0.

Conclusión

Los hallazgos no sugieren amiloidosis ATTR cardíaca.

Se destaca, que un Tc-99m PYP negativo o positivo no excluye el amiloide AL. Además, los resultados equívocos podrían representar amiloide de AL o amiloide de TTR temprano.

Firmado

TIPO DE PROCEDIMIENTO: SPECT/TC con tecnecio-99m HDP en reposo

INDICACIÓN: Amiloidosis cardíaca (E 85.4)

HISTORIAL CLÍNICO: Mujer de 83 años con ingresos recurrentes por insuficiencia cardíaca, hipertrofia ventricular izquierda grave y patrón preservado apical en el ecocardiograma, remitida para una exploración con HDP para evaluación de AC-ATTR.

PROTOCOLO DE CAPTURA DE IMÁGENES SPECT: Se hizo la captura de imágenes del miocardio en reposo 1 hora después de la inyección intravenosa de 13,0 mCi de tecnecio-99m HDP. Después de la adquisición de las imágenes planares iniciales en las posiciones anterior, oblicua anterior izquierda y lateral izquierda, se hizo la captura de imágenes tomográficas.

Corrección de atenuación: TC

Calidad de la imagen: Adecuado.

INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES: Las imágenes planares mostraron una captación cardíaca prominente de tecnecio-99m HDP, 1 hora después de la inyección del trazador. La reconstrucción tomográfica de las imágenes confirmó captación miocárdica difusa. La puntuación visual semicuantitativa de la captación de radioisótopos en el miocardio es de Grado 3 después de 1 hora de la inyección del trazador. La relación corazón-pulmón contralateral (H/CL) fue de aproximadamente de 1,7.

La TC de dosis baja que se hizo para corregir la atenuación representa la presencia de una calcificación moderada de la arteria coronaria en una distribución multivaso.

CAPTACIÓN extracardíaca: No hay captación extracardíaca significativa.

CONCLUSIONES

1. Este es un estudio positivo. Hay una captación significativa de tecnecio-99m HDP en el miocardio.
2. Se recomienda la evaluación de paraproteinemia para descartar amiloidosis de cadenas ligeras.
3. Considerar las pruebas genéticas.
4. La TC de baja dosis mostró calcificaciones en las arterias coronarias..

Saurabh Malhotra, MD, MPH, FACC, FASNC

REFERENCIAS

1. Castano A, Haq M, Narotsky DL, Goldsmith J, Weinberg RL, Morgenstern R, Pozniakoff T, et al. Multicenter study of planar technetium 99m pyrophosphate cardiac imaging: predicting survival for patients with ATTR cardiac amyloidosis. *JAMA Cardiol.* 2016;1:880-889.
2. Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, Dispenzieri A, Falk RH, Ferrari VA, et al. ASNC/ AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: Part 1 of 2-evidence base and standardized methods of imaging. *J Nucl Cardiol.* 2019;26(6):2065-2123.
3. Dorbala S, Ando Y, Bokhari S, Dispenzieri A, Falk RH, Ferrari VA, et al. Addendum to ASNC/AHA/ASE/EANM/HFSA/ISA/SCMR/SNMMI expert consensus recommendations for multimodality imaging in cardiac amyloidosis: Part 1 of 2-evidence base and standardized methods of imaging. *J Nucl Cardiol.* 2020;28(4):1769-1774.
4. Masri A, Bukhari S, Ahmad S, Nieves R, Eisele YS, Follansbee W, et al. Efficient 1-hour technetium-99 m pyrophosphate imaging protocol for the diagnosis of transthyretin cardiac amyloidosis. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2020;13:e010249.
5. Asif T, Doukky R, Gomez J, Singh V, Nedeltcheva A, Malhotra S. Comparison of planar with tomographic pyrophosphate scintigraphy for transthyretin cardiac amyloidosis: Perils and pitfalls. *J Nucl Cardiol.* 2021;28:104-11.
6. Rauf MU, Hawkins PH, Cappelli F, Perfetto F, Zampieri M, Argiro A, et al. Tc-99m labelled bone scintigraphy in suspected cardiac amyloidosis. *Eur Heart J.* 2023;44(24):2187-2198.7.
7. Akincioglu C, Murthi M, Romsa J, Warrington J, Malhotra S. Comparison of cardio-focal and chest reconstruction of technetium-99m pyrophosphate scintigraphy for diagnosis of transthyretin cardiac amyloidosis: a quality assurance study. *J Nucl Cardiol.* 3 de abril de 2023 doi: 10.1007/s12350-023-03256-w. En línea antes de su publicación.
8. Regis C, Harel F, Martineau P, Gregoire J, Abikhzer G, Juneau D, et al. Tc-99m-pyrophosphate scintigraphy for the diagnosis of ATTR cardiac amyloidosis: Comparison of quantitative and semi-quantitative approaches. *J Nucl Cardiol.* 2020;27(5):1808-1815.



American Society of Nuclear Cardiology

www.asnc.org



Aplicación ASNC Clinical and Quality Resources

¡DESCARGAR AHORA!

ASNC agradece a los miembros abajo por sus contribuciones a este documento:

Saurabh Malhotra, MD, MPH, FACC, FASNC

Jamieson M. Bourque, MD, MHS, FASNC

Mukunthan Murthi, MD



Historial de versiones

Primer emisión: Septiembre de 2023: Versión 1

Pfizer dio apoyo para este proyecto, pero no dio su opinión para el contenido final.