

Criterio de “utilización apropiada” de las imágenes cardíacas: ¿el “uso apropiado” de las pruebas diagnósticas es similar a su utilidad clínica?

“Appropriate Use” of Cardiac Images Principle: Is “Appropriate Use” of Diagnostic Tests Similar to Their Clinical Usefulness?

Deberían alentarse los ensayos clínicos aleatorizados de las pruebas diagnósticas. Estos ensayos necesitan enfocarse en escenarios clínicos específicos, y los expertos en el tema pueden ser consultados sobre cómo definir estos escenarios.

JOHN P. A. IOANNIDIS

INTRODUCCIÓN

Si se utiliza el razonamiento abstracto, ¿por qué no pensar que si se obtiene un diagnóstico de patología cardiovascular con una prueba de imágenes en un paciente asintomático (*screening*), se comenzará un tiempo antes el tratamiento y se cambiará la evolución de su enfermedad?

Más aún, todos conocemos que la enfermedad cardiovascular (ECV) es la principal causa de muerte en la mayoría de los países del mundo, por lo menos cuando una persona llega a la edad adulta, por lo cual existe un gran interés de los médicos y la población en identificar a las personas que tienen riesgo de padecer ECV y así poder implementar medidas preventivas.

Quizás se podría mejorar la predicción del riesgo más allá de la evaluación de los llamados “factores de riesgo” clínicos con otras pruebas diagnósticas, entre las que estarían las nuevas imágenes cardiovasculares, aun cuando todavía no existen las evidencias de que se produzcan cambios en el manejo de los individuos o de que se mejoren los resultados a largo plazo.

La imagen cardíaca más popular entre los médicos y también entre los pacientes es el ecocardiograma transtorácico (ETT), que constituye aproximadamente la mitad de todos los diferentes tipos de imágenes cardíacas que se realizan, y por lo tanto es una herramienta ampliamente utilizada en la clínica para el diagnóstico y el manejo de las enfermedades cardiovasculares.

Todos los médicos han tenido la experiencia personal de que en individuos asintomáticos, una vez realizado un ecocardiograma, puede haber hallazgos incidentales, como el de alguna persona con miocardiopatía hipertrófica o valvulopatías (fundamentalmente enfermedad aórtica) u otras más raras, y también que algunas de estas patologías ocultas pueden ser la causa de las muertes cardíacas inexplicables entre adultos y atletas.

Podríamos mencionar que la guía de la American College of Cardiology Foundation/American Heart Association clasifica al *screening* con ecocardiografía de reposo como una indicación de Clase IIb (beneficio algo mayor que el riesgo) para la detección de hipertrofia y de disfunción del ventrículo izquierdo en adultos asintomáticos con hipertensión arterial; pero lo clasifica como Clase III (sin beneficio) en los adultos asintomáticos sin hipertensión. (1)

En los hechos, debido a su facilidad de realización con ausencia de riesgo, la mayoría de los ecocardiogramas son ordenados por médicos de atención primaria y no por cardiólogos. Así que *de facto* ya se está utilizando el ecocardiograma como *screening* de individuos asintomáticos, dado que su utilización creció exponencialmente en los últimos años. En el Medicare (Estados Unidos) en 10 años (1999-2008) el uso del ecocardiograma creció el 90%. (2)

El razonamiento abstracto lineal no tiene en consideración el contexto complejo con múltiples variables que pueden incidir en el resultado final de un paciente al que se le realiza un ETT. La experiencia clínica controlada de los ensayos aleatorizados nos pueden dar respuesta a esta incógnita; veamos entonces la bibliografía.

SCREENING ECOCARDIOGRÁFICO DE LA POBLACIÓN GENERAL Y SOBREVIDA A LARGO PLAZO

Recientemente, Lindekleiv y colaboradores publicaron los resultados de la cohorte de Tromsø, un estudio poblacional realizado en Noruega. (3) Durante la cuarta encuesta (1994-1995), todos los habitantes de 25 o más años fueron invitados a participar. De las personas elegibles (21.159) el 77% concurrió a la primera visita. Todos los individuos de edad entre 55 y 74 años y una muestra aleatorizada de otras edades fueron invitados a una segunda visita para realizarles un examen más extenso. La población del estudio quedó conformada por 6.861 individuos que concurrieron a la segunda visita y dieron el consentimiento informado para el examen.

Estas 6.861 personas fueron asignadas en forma aleatoria a un tipo 1 o 2 de examen. Con este diseño esencialmente se aleatorizó, por lo general, a individuos de mediana edad no seleccionados, a una estrategia de

screening con o sin realización de ecocardiograma. Este diseño no se pensó inicialmente como un ensayo clínico con una hipótesis *a priori* de la utilidad del *screening* con ecocardiograma para disminuir la mortalidad a largo plazo. En realidad, fueron aleatorizados para evitar un sesgo de selección, ya que solamente una de las dos líneas de examen incluía la realización del ecocardiograma debido a la incapacidad de efectuarlo en todos. Finalmente, los pacientes fueron aleatorizados a ecocardiograma y control, sin ninguna diferencia entre las dos líneas respecto del resto de los exámenes.

La edad promedio fue de 60 años (DE \pm 10 años) y prácticamente el porcentaje por sexo se dividía por mitades, la presión arterial media era de 145/83 mm Hg, casi el 60% presentaba antecedente de hipertensión y aproximadamente el 32% fumaba; sin embargo, el uso de medicación antihipertensiva fue de menos del 14% y de estatinas, del 2%.

En el grupo de 3.272 participantes asignados a ecocardiograma, 362 (11%) tenían hallazgos que ameritaban la derivación a un cardiólogo; 290 (8,9%) fueron evaluados como resultado del *screening*. Los hallazgos incidentales significativos fueron el 3,3% de valvulopatías y ocasionalmente miocardiopatía hipertrófica, disfunción ventricular, anomalías del movimiento parietal, mixoma y otros.

A pesar de la derivación a cardiólogos por estos hallazgos diagnósticos, la mortalidad durante los 15 años de seguimiento no fue diferente entre los pacientes con ecocardiograma y sin ecocardiograma de *screening* (26,9% vs. 27,6%; HR 0,97, IC 95% 0,89-1,06). Tampoco hubo diferencias en la muerte cardíaca, la muerte súbita y la incidencia de infarto de miocardio [HR 0,95 (0,83-1,08)] ni de ACV [HR 1,02 (0,87-1,19)].

No se observó ninguna diferencia significativa en los subgrupos predefinidos de pacientes con hipertensión (34% de la población) en contraposición a la indicación de las guías, (1) diabetes, historia familiar de infarto de miocardio temprano, o riesgo de enfermedad cardiovascular mortal a los 10 años.

Los hallazgos de esta cohorte de 6.861 personas de edad mediana muy representativa de la población y con una mortalidad similar a la de la población general de toda Noruega proporciona por primera vez una evidencia firme de que el ecocardiograma como *screening* de enfermedad cardíaca estructural y valvular no produce beneficio en la mortalidad o en el riesgo de infarto de miocardio o de ACV. Tampoco en subgrupos de mayor riesgo, como los hipertensos, los diabéticos, aquellos con antecedentes familiares de infarto o el riesgo aumentado de enfermedad cardiovascular mortal.

Estos hallazgos refuerzan la recomendación de que el ecocardiograma como *screening* de enfermedad cardíaca estructural en asintomáticos no produce ningún beneficio, por lo cual no debería realizarse. Esta indicación hay que tenerla en cuenta hoy, más aún cuando la ecocardiografía portátil de bolsillo puede llegar a ser una herramienta de rutina de la práctica clínica.

Aunque el ecocardiograma es no invasivo y no produce irradiación, la utilización no justificada no estaría exenta de algunos riesgos. Debido a los hallazgos incidentales, los estudios posteriores pueden llevar a la persona a sufrir ansiedad, daño psicológico y eventuales complicaciones debido a la investigación ulterior, sin producir ningún beneficio clínico. En el otro sentido, un ecocardiograma normal puede brindar un falso reaseguro que haga que el paciente no se realice estudios que estarían indicados por los síntomas o medidas preventivas recomendadas y validadas.

Como juiciosamente escribe el editorialista: “En la evaluación crítica de cualquier prueba de *screening*, uno debe responder las siguientes preguntas: si la prueba detecta un proceso de enfermedad precozmente, si la intervención apropiada que está disponible es más efectiva si se aplica más precoz que tardíamente, si la prueba mejora los resultados en la población que se realizó el *screening* (tanto como el número necesario de pruebas para encontrar una enfermedad preclínica) y si los pacientes son dañados por la prueba de *screening*.” (4)

UTILIZACIÓN “APROPIADA” DE IMÁGENES CARDIOVASCULARES

De acuerdo con el estudio que acabamos de discutir, podríamos decir que no es conveniente, adecuado o *apropiado* el uso del ETT en individuos asintomáticos. Por lo tanto, nos introducimos en los “Criterios de uso apropiado” (*appropriateness*), donde grupos *ad hoc* definen, en una serie de documentos, la utilidad de un procedimiento cardiovascular (en nuestro caso, las imágenes cardiovasculares) en relación con preguntas clínicas específicas, con el propósito de definir cuál, si alguno, procedimiento (prueba de imágenes) está indicado para ayudar a determinar el diagnóstico, el tratamiento o el resultado.

La metodología aprobada y publicada recientemente por la unión del American College of Radiology (ACR) y la American College of Cardiology Foundation (ACCF) logra este objetivo por medio de la aplicación de una revisión sistemática de la evidencia integrada con la opinión de los expertos por medio de un proceso Delphi riguroso. Estos documentos intentan establecer una conducta práctica basada en evidencias para que los médicos tratantes, los laboratorios de imágenes, los médicos interpretantes, los pacientes y los responsables de las políticas hagan una utilización óptima de las imágenes cardiovasculares.

Los procedimientos relevantes incluyen ecocardiografía, imágenes con radioisótopos, resonancia magnética cardíaca, tomografía computarizada cardíaca y angiografía coronaria invasiva. La utilización óptima de estos procedimientos para escenarios clínicos específicos está poco clara y provee el núcleo para el desarrollo de las recomendaciones de “uso apropiado”. (5)

Las razones para el crecimiento en la utilización de las imágenes son muchas; sin embargo, la mejora

percibida subjetivamente por los médicos, los realizadores y el paciente es el factor principal. Pero al mismo tiempo la utilización ha sido cuestionada debido a la amplia variabilidad geográfica en el uso de las imágenes cardiovasculares, no explicada por la diferencia demográfica o de factores de riesgo.

Esta metodología tiene su historia desde 1993, cuando el ACR desarrolló los “Criterios de uso apropiado” para asistir a los médicos que ordenan los estudios en la toma de una decisión adecuada o *apropiada* de las imágenes que solicitan. A junio del 2012 sumaban 180 los escenarios clínicos de los “Criterios de uso apropiado” (*Appropriateness Criteria*), que son actualizados cada 2 años.

La ACCF en 2004 inició el desarrollo de “Criterios de uso apropiado” y al 2010 ya se encontraban publicados seis documentos de uso apropiado, cada uno de los cuales abarca 50 a 200 escenarios clínicos distintos.

La “estructura organizacional” de un documento de Criterios de uso apropiado (*appropriateness*) descansa en cuatro estamentos con funciones bien específicas.

1. El **Comité de Supervisión** (12 a 16 miembros) realiza la supervisión metodológica, define el alcance del documento y apoya la continuidad de todo el proceso. También es responsable por la selección de las personas que estarán en los restantes tres paneles de escritura, revisión y clasificación, y además revisará y aprobará cada etapa del proceso.
2. El **Panel de Escritura** (8 a 10 miembros) identifica las indicaciones clínicas y los escenarios que son relevantes para la toma de decisiones clínicas y el uso de las imágenes cardiovasculares. Evalúa y categoriza la bibliografía y construye narraciones y tablas de evidencias para cada indicación o escenario.
3. El **Panel de Revisión** (20 a 40 miembros) realiza una revisión crítica y recomendaciones refinando el documento del Panel de Escritura antes del proceso de clasificación.
4. El **Panel de Clasificación** (15 a 19 miembros) revisa las narraciones y las tablas de evidencias y clasifica lo *apropiado* del uso de imágenes para indicaciones clínicas específicas. Cada persona del panel realiza en una ronda inicial la clasificación de cada indicación o escenario independiente del resto, seguida por una reunión en persona para discutir y refinar las indicaciones y evidencias. Si es necesario, se realizan una segunda y aun una tercera ronda para terminar con la clasificación del criterio de uso apropiado de cada escenario clínico.

Se utiliza un puntaje de 1 a 9:

1, 2 o 3: “raramente apropiado” (las excepciones deben tener documentación de las razones clínicas).

4, 5 o 6: “puede ser apropiado” (el procedimiento puede ser aceptable y puede ser razonable para la indicación).

7, 8 o 9: “apropiado” (el procedimiento es generalmente aceptable y es generalmente razonable para la indicación).

NOTA: Se logra acuerdo suficiente para un tema si $\geq 60\%$ del puntaje de clasificación cae dentro de una de las tres categorías de “apropiado”, “puede ser apropiado” o “raramente apropiado”.

USO APROPIADO E IMPACTO CLÍNICO DEL ECOCARDIOGRAMA TRANSTORÁCICO

Veamos ahora cómo funciona una guía de “Criterios de Uso Apropiado para la Ecocardiografía”, (6) desarrollada para mejorar la atención de los pacientes y los resultados de salud, para el método que es responsable de casi la mitad de todos los estudios de imágenes cardíacas.

Matulevicius y colaboradores (7) compararon el impacto clínico de los ETT con la clasificación del ecocardiograma por los “Criterios de uso apropiado” de 2011, (6) ya que la asociación entre el ETT, los “Criterios de uso de apropiado” y su impacto clínico no había sido bien explorada.

El estudio es una revisión retrospectiva de los registros médicos de 535 ETT consecutivos (1 a 30 abril de 2011) realizados en un centro médico académico. Los ETT fueron clasificados por dos cardiólogos “ciegos” respecto del impacto clínico como “apropiados” (puntaje 7 a 9), “incierto” (puntaje 4 a 6) o “inapropiado” (puntaje 1 a 3), y fueron evaluados por el impacto clínico por dos cardiólogos “ciegos” respecto de los “Criterios de uso apropiado”, que revisaron retrospectivamente la historia clínica electrónica y definieron una de las tres categorías mutuamente excluyentes: 1) cambio activo en el cuidado clínico, 2) continuación del cuidado en curso, o 3) ninguna recomendación de cuidado.

Encontraron que el 57% eran ETT de pacientes internados y fueron mayoritariamente ordenados por medicina interna (38,5%) y cardiología (32,2%). Basados en los criterios de 2011, (6) el 91,8% de los ETT fueron apropiados, el 4,3% inapropiados y el 3,9% inciertos. Los 10 criterios de uso apropiado más frecuentes dan cuenta del 66,5% de los ETT.

Pero a pesar de que la gran mayoría de los ecocardiogramas realizados eran apropiados, solo 1 de cada 3 (31,8%) resultaba en un cambio activo en el cuidado clínico, casi 1 de cada 2 (46,9%) continuaba con el cuidado en curso y 1 de cada 5 (21,3%) no tenía ninguna respuesta de cambio o de seguir el cuidado.

Pero es de sumo interés mencionar que no se encuentra ninguna asociación significativa entre ETT apropiado e inapropiado y el cambio activo en el cuidado clínico. Estos datos sugieren que los “Criterios de uso apropiado” no han cumplido con el resultado que se anticipaba: tener “*un impacto significativo en la toma de decisiones del médico*”. (6)

Tampoco se pudo frenar el incesante crecimiento de los ETT desde la publicación de los “Criterios de uso apropiado”, ni cambio en la proporción de ETT clasificados como apropiados antes de la publicación en el año 2000 y después de la publicación en 2007 (87%

vs. 85%; $p = 0,58$), (8) indicando la ausencia de utilización de los “Criterios de uso apropiado” en la práctica clínica, o la ausencia de sensibilidad y especificidad de los criterios desarrollados.

Debido a que los paneles técnicos y el grupo de escritura de los documentos estaban conformados primordialmente por médicos cuya especialización es en imágenes, incluyendo muchos expertos en ecocardiografía, la clasificación consensuada representa el pensamiento clínico actual de los que realizan las imágenes y es poco probable que desalienten la práctica actual por la cual se ordenan los ETT, con el resultado de una utilización más liberal de la ecocardiografía.

Como Armstrong y Eagle (9) cuestionan, una revisión retrospectiva, sin contacto directo con el médico del paciente, donde alguien externo busca los Criterios de uso apropiado siempre implica un esfuerzo de buena fe para determinar las indicaciones para un estudio como es percibido por el médico que lo requiere; es una decisión dicotómica que excluye los matices desconocidos. La misma limitación se presenta para evaluar el impacto clínico, donde puede ser muy difícil definir con seguridad la ausencia de impacto clínico del ecocardiograma. Por ejemplo, el criterio 15 (evaluación de la sospecha de hipertensión pulmonar) dio por resultado un cambio activo de cuidado médico en 10 de 22 personas, pero el resultado en las otras 12 de las 22 personas en las que no se realizaron cambios también es de importancia si permitió descartar una sospecha fundada de hipertensión pulmonar primaria o secundaria por la presencia de alguna enfermedad que puede producirla.

Para los futuros estudios que buscan la efectividad de los Criterios de uso apropiado, por lo menos esos estudios deberían realizarse prospectivamente para observar el impacto de la ecocardiografía y cómo afecta las decisiones médicas.

PARA RE-CONOCER LA UTILIDAD CLÍNICA DE LAS IMÁGENES CARDÍACAS

En lugar del criterio de uso apropiado, ¿no deberíamos aleatorizar la estrategia?

Estamos bajo el peso y sobrepasados por una pléthora de nuevas pruebas diagnósticas costosas y todas las partes interesadas pugnan por tratar de definir los criterios por los cuales la utilización de estas pruebas es adecuada o “apropiada”. Como hemos visto, los “Criterios de uso apropiado” (*appropriateness*), de fondo, se deciden sobre la base de la opinión de los expertos y alguna evidencia circunstancial acerca de las características de rendimiento de las pruebas diagnósticas (sensibilidad, especificidad, precisión). “Sin embargo, como propone Ioannidis, (10) lo que realmente importa al final se refiere a lo que le sucede a los pacientes sometidos a las pruebas. ¿Qué otras pruebas, procedimientos invasivos o tratamientos fueron ordenados o abortados en base a los resultados? ¿Cómo fueron afectados los eventos clínicos mayores, la calidad de

vida, o aun la sobrevida (para condiciones serias)? A menudo, los datos para responder estas preguntas son escasos o no existen.”

Para restringir las realizaciones del ETT a las indicaciones “apropiadas”, 10 altamente prestigiosas sociedades científicas y sus mejores expertos se reunieron en un esfuerzo extraordinario, con completa transparencia en métodos, procesos y conclusiones, para elaborar una lista meticulosa y amplia de 202 indicaciones de ETT, de las cuales 97 fueron clasificadas como “apropiadas”, 34 como “inciertas” y 71 como “inapropiadas”.

Este esfuerzo para asegurar un mínimo de ETT inapropiados y así optimizar los resultados no se demuestra en el reciente trabajo de Matulevicius (7) que hemos discutido. Si bien el 91,8% de los ecocardiogramas fueron sin dudas apropiados de acuerdo con estos criterios propuestos, congruente con estudios similares previos, eso únicamente muestra que la guía de uso apropiado solo refleja la práctica diaria, ya que se basó mayoritariamente en la opinión de expertos de la ecocardiografía. Además, los cambios activos no son significativamente diferentes en ETT apropiados o inapropiados, por lo cual el estudio de Matulevicius demostró que los conceptos de “uso apropiado” y “utilidad” pueden divergir considerablemente.

En realidad, nuestra incertidumbre acerca de los beneficios clínicos del ETT y otras imágenes cardíacas es aún muy grande, y los cambios activos en el manejo luego de un ETT es un sucedáneo de poca utilidad, ya que un cambio activo puede llevarnos a la aparición de nuevas complicaciones por la elección de intervenciones diagnósticas o terapéuticas, quizás no necesarias, como en el *screening* de individuos asintomáticos que planteamos al inicio de esta carta. A veces, un ecocardiograma que simplemente reasegura al paciente y al médico para que prosiga el mismo curso puede ser dañino; por ejemplo, si el ETT que muestra función del ventrículo izquierdo normal lleva a descartar una clara disnea de esfuerzo que puede indicar una insuficiencia cardíaca con función preservada.

En ausencia de datos comparativos, en lo ideal por ensayos clínicos aleatorizados de ETT, no podemos conocer si los cambios en el plan de acción se equiparan con la utilidad clínica. Si esta inferencia es cierta, la simple creación de una lista de indicaciones apropiadas no significará que su uso nos llevará hacia algún beneficio para el paciente. ¿No terminará siendo la justificación de “apropiada”, en la medicina americana, una medicina defensiva, donde la documentación de “apropiada” tiene el significado de “reembolsable” y no que realmente ayude al paciente?

Tendríamos que reconocer que la mayor dificultad para declarar apropiada una indicación de ETT reside en que simplemente no tenemos buena evidencia de cómo y cuándo utilizar el ecocardiograma, ya que en las guías de uso apropiado en solamente dos escenarios el nivel de evidencia es “A” (el implante de un CDI con fracción de eyección $< 35\%$ y en la endocarditis bacteriana) y la gran mayoría tiene poca o ninguna evidencia.

CONCLUSIONES

Como dice Ioannidis (10) en el epígrafe: “Deberían alentarse los ensayos clínicos aleatorizados de las pruebas diagnósticas. Estos ensayos necesitan enfocarse en escenarios clínicos específicos, y los expertos en el tema pueden ser consultados sobre cómo definir estos escenarios.”

No deberían ser escasos los participantes de ensayos clínicos para procedimientos comúnmente utilizados (ecocardiograma) y para indicaciones comúnmente propuestas, como el valor del ecocardiograma en individuos asintomáticos, donde se reunió a 6.861 personas en una única evaluación.

El problema con el que se encuentra el clínico no es solamente si es necesaria o no una prueba, sino también si una prueba (nueva) es preferible a otra (vieja), o si una estrategia de secuencia diagnóstica (en serie o en paralelo) es preferible a otra. Por ello, los ensayos clínicos aleatorizados deben ser diseñados para poder responder estos interrogantes.

Hasta que estos estudios definitivos sean realizados, la distinción de lo que es “apropiado” *versus* “clínicamente útil” seguirá siendo muy difícil.

Dr. Hernán C. Doval^{MTSAC}

Director de la Revista Argentina de Cardiología

BIBLIOGRAFÍA

- Greenland P, Alpert JS, Beller GA, Benjamin EJ, Budoff MJ, Fayad ZA, et al. American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2010 ACCF/AHA guideline for assessment of cardiovascular risk in asymptomatic adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2010;122:e584-e636. <http://doi.org/fk98sn>
- Andrus BW, Welch HG. Medicare services provided by cardiologists in the United States: 1999-2008. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2012;5:31-6. <http://doi.org/fzdrk8>
- Lindekleiv H, Løchen M-J, Mathiesen EB, Njølstad I, Wilsgaard T, Schirmer H. Echocardiographic screening of the general population and long-term survival. A randomized clinical study. *JAMA Intern Med* 2013;173:1592-7. <http://doi.org/rc2>
- Michos ED, Abraham TP. Echoing the appropriate use criteria. The role of echocardiography for cardiovascular risk assessment of the asymptomatic individual. *JAMA Intern Med* 2013;173:1598-9. <http://doi.org/rc3>
- Carr JJ, Hendel RC, White RD, Patel MR, Wolk MJ, Bettmann MA, et al. 2013 appropriate utilization of cardiovascular imaging: a methodology for the development of joint criteria for the appropriate utilization of cardiovascular imaging by the American College of Cardiology Foundation and American College of Radiology. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:2199-206.
- American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force; American Society of Echocardiography; American Heart Association; American Society of Nuclear Cardiology; Heart Failure Society of America; Heart Rhythm Society; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Critical Care Medicine; Society of Cardiovascular Computed Tomography; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, Lai WW, Manning WJ, Patel AR, Picard MH, et al. ACCF/ASE/AHA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR 2011 Appropriate Use Criteria for Echocardiography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Endorsed by the American College of Chest Physicians. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1126-66. doi: 10.1016/j.jacc.2010.11.002
- Matulevicius SA, Rohatgi A, Das SR, Price AL, Deluna A, Reimold SC. Appropriate use and clinical impact of transthoracic echocardiography. *JAMA Intern Med* 2013;173:1600-7. <http://doi.org/rc4>
- Rahimi AR, York M, Gheewala M, Markson L, Hauser TH, Manning WJ. Trends in outpatient transthoracic echocardiography: impact of appropriateness criteria publication. *Am J Med* 2011;124:740-6. <http://doi.org/crjtqg>
- Armstrong W, Eagle KA. Appropriate use criteria in echocardiography. Is no change the same as no benefit? *JAMA Intern Med* 2013;173:1609-10. <http://doi.org/rc5>
- Ioannidis JPA. Appropriate vs clinically useful diagnostic tests. *JAMA Intern Med* 2013;173:1607-9. <http://doi.org/rc6>