

Revisión

La tomografía computarizada en el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar

R. Golpe Gómez, A. Mateos Colino

UNIDAD DE NEUMOLOGÍA. HOSPITAL DE MONFORTE DE LEMOS. LUGO.

RESUMEN

El tromboembolismo pulmonar (TEP) es una patología muy frecuente, considerándose la causa prevenible más frecuente de muerte hospitalaria. Las estrategias diagnósticas tradicionales incluyen en la mayoría de las ocasiones una gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión (V/Q), combinada en general con distintas pruebas diagnósticas no invasivas, como realización de eco-doppler de extremidades inferiores, determinación de dímero D, etc. La tomografía computarizada (TC) torácica está cada vez más implantada en el diagnóstico de esta enfermedad. Los trabajos publicados muestran que la TC es una técnica útil, presentando un porcentaje de exploraciones inconcluyentes mucho menor que la gammagrafía de V/Q, y una concordancia interobservador más alta. La principal crítica que recibe es una sensibilidad relativamente baja para detectar el TEP exclusivamente subsegmentario. Sin embargo, se han presentado ya varios trabajos que evalúan la evolución de los pacientes a los que se retira (o no se inicia) la anticoagulación en base a una TC negativa, y los resultados demuestran que esta exploración tiene un elevado valor predictivo negativo, que la hace equivalente a otras estrategias diagnósticas aceptadas en la enfermedad. Como valor adicional, la TC puede ofrecer información útil para el diagnóstico en pacientes en que se sospecha un TEP, pero que tienen otra enfermedad. Este trabajo revisa la literatura sobre el tema, con el fin de ofrecer una perspectiva sobre la utilidad de la TC en la valoración del paciente con sospecha de TEP.

Palabras clave: Tomografía computarizada. Tomografía computarizada helicoidal. Embolismo pulmonar.

INTRODUCCIÓN

El tromboembolismo pulmonar (TEP) es una patología muy frecuente y con elevada morbimortalidad: la incidencia de sospecha clínica de TEP en el mundo occidental es de 2-3 casos/1.000 habitantes/año. La prevalencia de TEP

ABSTRACT

The computed tomography scan in the diagnosis of pulmonary thromboembolism

Pulmonary thromboembolism (PTE) is a highly frequent condition and is counted as the most frequent preventable cause of in-hospital death. The traditional diagnostic strategies most frequently include a ventilation/perfusion lung scintigraphy scan, usually in combination with various non-invasive diagnostic tests, such as a Doppler ultrasound scan of the lower limbs, D-dimer quantitation, etc. The lung computerised tomography scan (CT scan) is becoming increasingly established in the diagnosis of this condition. The papers hitherto published show that the CT scan is a useful technique with a much lower proportion of inconclusive results than the ventilation/perfusion scintigraphy and a higher level of inter-observer concordance. The main criticism is its rather low sensitivity for the detection of exclusively subsegmentary PTE. However, a number of reports have already been published assessing the evolution of patients in whom anticoagulation is withdrawn (or not started at all) on the basis of a negative CT scan, and the results show that this exploratory procedure has a high negative predictive value, thus rendering it equivalent to other diagnostic strategies that are accepted for this condition. As an additional advantage, the CT scan may provide useful information for diagnosis in patients in whom PTE is suspected but who have another disease. The present work reviews the literature on this subject in order to provide an overview of the usefulness of the CT scan in the assessment of the patient with suspected PTE.

Key Words: Computed tomography scan. CT scan. Helicoidal CT scan. Pulmonary embolism.

en pacientes con sospecha clínica es de un 30-40%¹. La mortalidad del TEP no tratado puede llegar al 30%, descendiendo con tratamiento adecuado al 3-10%^{2,3}. Se considera que esta enfermedad es la causa prevenible más frecuente de muerte hospitalaria⁴. La prevalencia de TEP en autopsias llega al 60-70% de los pacientes que fallecen en

Correspondencia: R. Golpe Gómez. Unidad de Neumología. Hospital Comarcal. C/Corredoira s/n. 27400 Monforte de Lemos. Lugo. E-mail: rafa898@separ.es; rafael.golpe.gomez@sergas.es

Fecha de recepción: 14-3-2003
Fecha de aceptación: 27-8-2003



el hospital, y el 60-80% de los TEP fatales no se sospechan clínicamente⁴.

PROBLEMAS DE LOS ALGORITMOS DIAGNÓSTICOS TRADICIONALES

Debido a lo inespecífico de los síntomas que produce, el diagnóstico, el TEP se basa esencialmente en las pruebas de imagen. La arteriografía pulmonar es el "patrón oro" aceptado actualmente, pero es una técnica invasiva, con cierto riesgo (morbilidad y mortalidad asociadas en torno al 6 y 0,5%, respectivamente⁵) y de disponibilidad limitada, por lo que el diagnóstico se fundamenta habitualmente en algoritmos en los cuales, tradicionalmente, la gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión (V/Q) tiene un papel central, en general como primer test diagnóstico. La gammagrafía suele interpretarse en el contexto de la probabilidad clínica pre-test de que el paciente tenga la enfermedad. Se considera que una gammagrafía normal excluye el TEP clínicamente significativo, mientras que una gammagrafía de alta probabilidad, en presencia de una sospecha clínica alta, puede aceptarse como diagnóstica de TEP (valor predictivo positivo en torno al 96%).

El problema de la gammagrafía pulmonar es que un elevado porcentaje de estas exploraciones (hasta un 70%) son inconcluyentes o no válidas para el diagnóstico. Sólo el 14% de las gammagrafías son normales o "casi normales"; la combinación baja probabilidad clínica + gammagrafía de baja probabilidad, sólo aparece en el 10% de los casos, y la combinación alta probabilidad clínica + gammagrafía de alta probabilidad, en el 3%¹. Otro problema para la aplicación clínica de los algoritmos publicados es que la probabilidad clínica pre-test no está estandarizada, y su aplicación práctica puede resultar engorrosa. De este modo, tenemos un elevado número de casos en que la gammagrafía pulmonar no es concluyente. Se estima que la prevalencia de TEP en casos con gammagrafía no concluyente puede ser del 25%⁶.

En estos casos, las guías clínicas recomiendan en general realizar estudios no invasivos del sistema venoso profundo de las extremidades inferiores (únicos o seriados) y/o una arteriografía pulmonar. Sin embargo, la aplicación de estas guías a la realidad asistencial no es óptima. Se ha demostrado en algunos trabajos que, entre los pacientes con gammagrafía pulmonar no diagnóstica, en menos del 20% de los casos se hace una arteriografía pulmonar, y en menos del 30% ecografías venosas^{2, 4}. Este hallazgo sugiere que, en muchos casos, los clínicos manejan a los pacientes con datos incompletos o inadecuados y demuestra la necesidad de nuevos métodos diagnósticos⁴.

SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

En los últimos años se han publicado varios trabajos sobre el empleo de la tomografía computarizada (TC) helicoidal (y recientemente con otro tipo de TC, de haz de electrones) en el diagnóstico del TEP, aunque su valor está debatido. Los primeros trabajos eran francamente optimistas, atribuyendo a la técnica unas sensibilidades y especificidades muy altas, cercanas al 100%⁷⁻⁹. Sin embargo, estos estudios evaluaban principalmente los embolismos pulmonares localizados en arterias centrales. Varios estudios publicados posteriormente, que también incluían embolismos en arterias subsegmentarias, mostraron valores más bajos y con amplia variación entre distintas series¹⁰⁻²⁵ (tabla 1).

Esta relativa baja sensibilidad de la TC para el diagnóstico del TEP localizado exclusivamente en arterias pulmonares periféricas es el principal inconveniente que los defensores de los algoritmos diagnósticos tradicionales encuentran para que esta técnica sustituya de forma generalizada a la gammagrafía de V/Q. Existen diversas posibles fuentes de error en la interpretación de la TC: una obstrucción de la vena cava superior, la presencia de un shunt izquierda-derecha significativo, o la presencia de un foramen oval permeable pueden producir una opacificación subóptima de las arterias pulmonares. Los arte-

TABLA 1. Sensibilidad y especificidad de la tomografía computarizada para el diagnóstico de tromboembolismo pulmonar

Autor (referencia)	año	sensibilidad (%)	especificidad (%)
Remy-Jardin et al. ⁷	1992	100	96
Blum et al. ⁸	1994	100	100
Steiner et al. ⁹	1994	100	100
Goodman et al. ¹⁰	1995	63	89
Senac et al. ¹¹	1995	86	100
Remy-Jardin et al. ¹²	1996	91	78
Van Rossum et al. ¹³	1996	88	94
Mayo et al. ¹⁴	1997	87	95
Van Rossum et al. ¹⁵	1998	75	90
Drucker et al. ¹⁶	1998	87	95
Garg et al. ¹⁷	1998	57	100
Baghaie et al. ¹⁸ (abstract)	1998	96	100
Herold et al. ¹⁹ (abstract)	1998	88	94
Kim et al. ²⁰	1999	72	94
Qanadli et al. ²¹	2000	90	94
Blachere et al. ²²	2000	94,1	93,6
Perrier et al. ²³	2001	70	91
Oner-Eyuboglu ²⁴ (abstract)	2002	88	100
Jonson et al. ²⁵ (abstract)	2002	81	99

factos de movimiento que aparecen en paciente incapaces de aguantar la respiración pueden provocar una degradación de la imagen, que pueden producir falsos defectos de replección en arterias segmentarias. Asimismo, la presencia de ganglios linfáticos de tamaño aumentado (o incluso normales), que se ven como áreas de baja atenuación, pueden producir un falso diagnóstico positivo de TEP⁵. En vasos orientados horizontalmente, el artefacto de "volumen parcial" entre el parénquima pulmonar y los vasos incluidos en el grosor de cada corte de la TC también puede producir un falso positivo o falso negativo para TEP²⁶. Este artefacto se produce porque los valores de atenuación de todas las estructuras incluidas en la unidad de volumen del corte de TC (voxel) son promediadas y representadas como un único valor (pixel) para la imagen⁵.

COMPARACIÓN DE LA TC CON LA GAMMAGRAFÍA Y LA ARTERIOGRAFÍA PULMONAR

No obstante estos problemas de interpretación, un análisis de la literatura sobre el tema sugiere que la TC es una técnica más útil que la gammagrafía. La sensibilidad del conjunto global de las gammagrafías, dado el bajo porcentaje de exploraciones normales o casi normales, está en torno al 36-65%²⁶. Por otra parte, la concordancia interobservador es mucho mejor para la TC (valor kappa en torno a 0, 72-0, 85) que para la gammagrafía (kappa: 0, 39-0, 61)²⁶. Hay que destacar que la precisión en la interpretación de la TC está influenciada por la experiencia del radiólogo, siendo necesario un nivel básico de entrenamiento en la lectura de TC, pero obtenido éste, un radiólogo general puede obtener buenos resultados, no pareciendo preciso un nivel mayor de "subespecialización" que obligue a derivar a los pacientes a centros con experiencia, por lo que la técnica puede en principio estar disponible en los centros de primer nivel¹⁵.

Asimismo, el porcentaje de TC no concluyentes o no válidas para el diagnóstico (2-10%)⁵ es muy inferior al de las gammagrafías (70%, según apuntábamos más arriba). Comentábamos más arriba que, dada la renuencia de los clínicos a solicitar una arteriografía pulmonar en casos dudosos, un elevado porcentaje de enfermos son tratados con datos incompletos o inconcluyentes. Un estudio reciente²⁷ comparó el manejo clínico de los pacientes con sospecha de TEP, en función de que la prueba diagnóstica fundamental fuera la gammagrafía de V/Q o la TC. Este estudio encontró que la TC se correlacionaba mejor con el manejo clínico final del paciente, y reducía el número de casos tratados con datos no concluyentes²⁷.

En realidad, varios trabajos sugieren que la TC se compara favorablemente con la arteriografía pulmonar en el diagnóstico del TEP. Dado que la arteriografía se considera el "patrón oro" diagnóstico, y que el porcentaje de autopsias en todas las series es bajo, es difícil determinar con certeza cuáles son la sensibilidad y especificidad reales de esta técnica. Un estudio experimental realizado en animales recientemente²⁸ mostró que la sensibilidad de la TC, especialmente con una colimación de 1 mm, era idéntica a la arteriografía convencional (87%). La sensibilidad era menor (82%) usando una colimación de 3 mm. Aunque este trabajo tiene sus limitaciones (empleo de "émbolos" artificiales –metacrilato-, en vez de auténtico material trombótico, por ejemplo), es muy indicativo de la utilidad diagnóstica de la TC.

La concordancia interobservador de la TC también se compara muy favorablemente con la arteriografía convencional: en esta última tiene unos valores en torno al 80%², pero desciende mucho para los TEP subsegmentarios (13-66%)²⁹, los mismos que motivan las críticas de los detractores del empleo de la TC (que a su vez no suelen cuestionar el valor de la arteriografía como "patrón oro" diagnóstico).

Algunos autores han comunicado un porcentaje de 2-4% de TC técnicamente no válidas para el diagnóstico, comparable al de las arteriografías (3%)⁵, si bien otros trabajos encuentran unas cifras más elevadas de TC inconcluyentes (10%), que probablemente son más realistas³⁰.

Otra gran ventaja de la TC respecto a la gammagrafía de V/Q es la posibilidad de ofrecer diagnósticos alternativos en aquellos pacientes en que se sospecha un TEP, pero que no tienen esta enfermedad. La TC aporta información adicional útil para el diagnóstico en el 67-70% de estos casos (el 11-33% del total de los estudios) (frente al 0% de la gammagrafía pulmonar)^{5, 20}. En relación con esto, algunos autores han comunicado que la TC, usada como primera técnica diagnóstica en pacientes con sospecha de TEP, ofrece un diagnóstico "confiable" en el 90% de los casos, frente al 54% cuando se usa la gammagrafía de V/Q³¹. Como comentario crítico a estos trabajos, hay que destacar que algunos de los diagnósticos aceptados por ciertos autores son muy inespecíficos (v.g: "pleuritis").

Por lo tanto, vemos que la TC es una técnica con una buena rentabilidad diagnóstica, no sólo cuando la comparamos con la gammagrafía de V/Q, sino también con el "patrón oro" diagnóstico, la arteriografía. Consideremos la principal deficiencia de la técnica: la baja sensibilidad para el diagnóstico del TEP exclusivamente subsegmentario, según apuntábamos más arriba. La significación clínica de estos embolismos es discutida, aunque podrían tener efectos hemodinámicos graves en pacientes con enfermedad cardiopulmonar pre-



existente, además de servir de "heraldo" de un posible embolismo futuro de mayor tamaño. La prevalencia del TEP subsegmentario no es bien conocida, y según los estudios oscila entre el 2 y el 33% de los casos^{2, 26}. Esta amplia variabilidad está probablemente en relación con la baja concordancia interobservador de la arteriografía para estos embolismos periféricos. Se considera que la prevalencia encontrada en el estudio prospectivo más amplio, el PIOPED (6%), es probablemente la más representativa. Ya hemos visto que hay datos que sugieren que la TC podría tener una utilidad similar a la de la arteriografía para este subgrupo de pacientes, al menos usando una colimación de 1 mm. También hemos mencionado que el porcentaje de gammagrafías normales o casi normales, que excluyen con alta sensibilidad TEP, es demasiado bajo. Por otra parte, es probable que la sensibilidad de la gammagrafía (incluso la normal) para el TEP subsegmentario no sea tan alta como se acepta, y que queden sin diagnosticar algunos casos, que evolucionen sin repercusiones clínicas posteriores.

Éste es en realidad el aspecto más relevante a efectos prácticos: la evolución clínica del paciente tras un test diagnóstico negativo. Se considera seguro retirar la anticoagulación a un paciente que tiene una arteriografía pulmonar negativa, ya que la incidencia de TEP posterior es baja: las cifras varían según se consideren las recurrencias a los 3 ó 6 meses, pero oscilan entre el 0,6 y el 4,2%^{2, 6, 30}. La cifra de 4,2% puede parecer anormalmente elevada, pero hay que tener en cuenta que la población de pacientes en que se realiza angiografía es en general altamente seleccionada, y en ellos la sospecha clínica suele ser alta, además de que se han excluido

pacientes con gammagrafía normal. La incidencia de TEP tras una gammagrafía de V/Q normal o casi normal está en torno al 0%³². Para una gammagrafía de baja probabilidad es del 3,1%, y para una gammagrafía no diagnóstica combinada con eco-doppler seriados de EEII negativos es del 2,7%³. Todos los autores coinciden, a la vista de las cifras expuestas, en que retirar la anticoagulación es una opción segura en estos casos.

Pues bien, se han publicado ya varios trabajos que valoran la evolución clínica de los pacientes a los que se retira la anticoagulación en base a una TC negativa (tabla 2).

UTILIDAD CLÍNICA DE LA TC

Como puede verse por los valores reseñados, retirar la anticoagulación a un paciente con TC negativa para TEP parece tan seguro como hacerlo siguiendo los algoritmos tradicionales y, si bien el número de pacientes en algunas series no es elevado, se está acumulando ya evidencia suficiente como para justificar la toma de decisiones clínicas en función de los resultados de la TC. La presencia de enfermedad pulmonar previa al TEP no parece afectar al valor predictivo negativo de la TC³⁰.

Hay que destacar que el trabajo de Bourriot et al.³⁶ fue diseñado para valorar la utilidad de la TC para excluir TEP en pacientes con enfermedad cardíaca o respiratoria previa. Esta es una población que presenta especiales problemas, por la mayor incidencia de TEP, el mayor riesgo vital del mismo, y la mayor dificultad para el diagnóstico clínico, al poder con-

TABLA 2. Incidencia de enfermedad tromboembólica venosa (ETV) en pacientes con tomografía computarizada (TC) negativa

Autor (referencia)	Año	Número de pacientes con TC negativa	Seguimiento	Incidencia de ETV en seguimiento (%)
Mayo et al. ¹⁴	1997	69	3 meses	3
Feretti et al. ³³	1997	109	3 meses	3
Garg et al. ¹⁷	1998	28	28 semanas	0
Garg et al. ³²	1999	78	6 meses	1
Lomis et al. ²	1999	81	6 meses	0
Goodman et al. ³	2000	198	3 meses	1
Remy-Jardin et al. ³⁴	2000	71	3 meses	3
Tillie-Leblond et al. ³⁰	2002	185	1 año	2
Swensen et al. ^{35*}	2002	1012	3 meses	0,5
Bourriot et al. ³⁶	2003	117	21±15 meses	1,8-4,9% †
van Strijen et al. ³⁸	2003	378 ‡	3 meses	1,3% ¶

*(empleo de TC de haz de electrones)
†cifra variable según se considerasen o no las muertes precoces como recurrencia de TEP (véase texto para detalles).
‡ Incluye TC normales, y aquellas que dan un diagnóstico alternativo al TEP
¶ cifra en el "peor caso", de que no se realice ecografía venosa (véase texto para detalles).

fundirse los síntomas con un agravamiento de la enfermedad de base. La causa de la muerte no pudo determinarse en varios casos de fallecimiento precoz, por lo que los autores comunican dos cifras de incidencia de TEP en el seguimiento, según que se acepten o no las muertes precoces como recurrencia de TEP³⁶.

Un trabajo reciente propone combinar en todos los casos la TC con un estudio ultrasonográfico de extremidades inferiores, para evitar el problema de la potencial baja sensibilidad de la TC para TEP periférico³⁷. En este trabajo se propone, asimismo, introducir la probabilidad clínica pre-test de tener la enfermedad en el análisis de los resultados de la TC y la ecografía de miembros inferiores, y para la toma de decisiones; así, los pacientes con TC y ecografía negativas, y con probabilidad clínica baja o intermedia de tener un TEP no eran anticoagulados ni se realizaban más estudios. El porcentaje de pacientes con un episodio de enfermedad tromboembólica venosa en los 3 meses siguientes era del 1,77%, lo que demostraba la seguridad de esta estrategia. En contraste, en los pacientes con TC y ecografía negativas, pero con alta probabilidad clínica de TEP, se continuaban los estudios, realizando gammagrafía de V/Q y/o arteriografía pulmonar, y en el 5,3% de estos casos se diagnosticó un TEP. Por otra parte, estos autores encuentran un número no despreciable de casos con TC negativa y ecografía venosa positiva, lo que les refuerza en su opinión de la necesidad de combinar ambos estudios.

En el trabajo de van Strijen et al.³⁸ (tabla 2) los pacientes con una TC anormal, pero que mostraba un diagnóstico diferente al TEP no eran anticoagulados, ni recibían más estudios salvo sospecha clínica. A los pacientes con una TC normal se les realizaba una ecografía de miembros inferiores, y si ésta era negativa, se realizaban posteriores ecografías seriadas. En 2 pacientes con TC normal se demostró una trombosis venosa profunda, por lo que estos autores también sugieren que la realización de una ecografía venosa inicial en casos con TC normal podría ser recomendable. Sin embargo, la estrategia de realizar ecografías seriadas si la primera era negativa, no demostró utilidad clínica. En su análisis, los autores consideran que, si se hubiese manejado sólo a los pacientes con la TC, y por tanto no se hubiesen diagnosticado las 2 trombosis venosas evidenciadas con la ecografía (y éstas hubiesen producido recidiva posterior de la enfermedad), el porcentaje de recurrencias de enfermedad tromboembólica venosa hubiera sido del 1,3% (tabla 2). Estos autores también apuntan que la estrategia diagnóstica y terapéutica podría refinarse si se introdujese la probabilidad clínica pre-test de tener un TEP en los algoritmos de interpretación de la TC. Asimismo, destacan que los resultados podrían haber sido diferentes de haberse usado una TC multicorte.

En efecto, hay que tener en cuenta que es probable que la TC todavía no haya alcanzado su "techo" en cuanto a utilidad diagnóstica en el TEP, al contrario que la gammagrafía de V/Q, de la cual se pueden esperar pocos avances. La realización de SPECT de V/Q, con la posibilidad de obtener cortes coronales y transversales de los pulmones es uno de los pocos adelantos recientes³⁹. Los defensores de la gammagrafía de V/Q convencional remarcen las mejoras introducidas desde el punto de vista metodológico e interpretativo en la misma, desde que los resultados del PIOPED se comunicaron por primera vez, pero lo cierto es que estos avances han sido escasos. Sin embargo, en el escaso tiempo en que se lleva usando la TC para el diagnóstico del TEP, se han producido adelantos significativos, que han mejorado su rendimiento: Las últimas generaciones de TC proporcionan cortes más finos, que optimizan la resolución espacial, con tiempos de barrido más cortos, que reducen los artefactos de movimiento. Los sistemas de TC multicorte permiten una adquisición de datos más rápida, y llegan a proporcionar secciones de en torno a 1 mm, con tiempos de barrido más cortos que las TC helicoidales convencionales⁴⁰. Se ha determinado que la tasa de detección de émbolos con cortes de 1 mm aumenta un 14% respecto a cortes de 2 mm, y un 40% respecto a cortes de 3 mm⁴¹.

La lectura de las exploraciones en estaciones de trabajo, con reconstrucciones multiplanares, también aumenta la detectabilidad de los embolismos pulmonares. Asimismo, se han presentado trabajos que combinan una TC de las venas pélvicas y de extremidades inferiores con la TC torácica, sin necesidad de contraste intravenoso adicional, posibilitando la detección de la trombosis venosa profunda, lo que supone una evidente ventaja sobre otro tipo de pruebas diagnósticas, aunque los estudios a este respecto son todavía preliminares y su sensibilidad no está bien determinada⁴²⁻⁴³. Es de esperar que se produzcan nuevas mejoras en el futuro, que aumenten todavía más la rentabilidad de la TC. Como mencionamos al principio, ya se han presentado trabajos con otro tipo de TC, de haz de electrones⁴⁴⁻⁴⁵, que parece obtener buenos resultados para la evaluación de las arterias más periféricas, y para las arterias paracardíacas, en las que son frecuentes los artefactos de movimiento producidos por el latido cardíaco.

Existen otras consideraciones prácticas a tener en cuenta. La más importante probablemente sea la mayor disponibilidad de la TC, presente en hospitales de mediano y pequeño tamaño en nuestro medio, al contrario que la gammagrafía. El empleo de la TC en estos centros evita el desplazamiento a un número significativo de pacientes. El desplazar a estos enfermos no sólo acarrea problemas de índole económico, sino que supone sacar del hospital a un paciente potencialmente inestable. Además, incluso en los hospitales que disponen de gam-



maggrafía, ésta frecuentemente sólo está disponible durante el horario normal de trabajo, al contrario que la TC.

Un análisis coste-eficacia publicado recientemente⁴⁶ sugiere que un algoritmo diagnóstico que comience con una gammagrafía de V/Q, seguida en casos no concluyentes con ecografía venosa y de TC helicoidal en caso necesario, es el más eficiente de varias opciones. Aunque a primera vista este trabajo es una importante defensa del papel de la gammagrafía, se puede hacer una lectura crítica del mismo: en primer lugar, no es directamente aplicable cuando se deba derivar al paciente a otro centro a hacer la gammagrafía, pues no se considera esta necesidad. En segundo lugar, el análisis sólo tiene en cuenta el diagnóstico del paciente en términos de "positivo" o "negativo" para TEP, pero no entra a valorar (ya que el estudio sería demasiado complejo) que en muchos casos negativos serán necesarias otras exploraciones, para encontrar un diagnóstico alternativo para la clínica del paciente. El empleo de la TC en primer lugar ofrece, ya de entrada, este diagnóstico en muchos casos. Por ello, es posible que, si se introdujese esta consideración en el análisis, el uso de la TC como primera exploración demostraría ser la mejor estrategia.

Otro trabajo aún más reciente sugiere que la estrategia más efectiva en términos coste-beneficio en pacientes con una sospecha clínica baja de TEP es la determinación de dímero D, seguida, cuando éstos son positivos, de un estudio ultrasonográfico de extremidades inferiores, y seguida, cuando éste es negativo, de una gammagrafía de V/Q, aunque la realización de una TC en vez de una gammagrafía también se consideraba una estrategia eficaz para ahorrar costes⁴⁷. En pacientes con probabilidad clínica intermedia o alta la estrategia más útil se consideraba la determinación de dímero D $\pm$ Ecografía venosa $\pm$ gammagrafía V/Q $\pm$ CT (esta última en casos de gammagrafía no diagnóstica). En este análisis, se encontró que la diferente sensibilidad de la TC multicorte respecto a la TC helicoidal convencional influye de forma decisiva en la eficacia en términos coste-beneficio de los distintos algorit-

mos, de forma que las estrategias basadas en la gammagrafía de V/Q proporcionaban mayor ahorro que las que recurrían en su lugar a la TC helicoidal convencional. Sin embargo, las estrategias basadas en la TC multicorte eran más efectivas en términos coste-beneficio, por su mayor sensibilidad⁴⁷.

De todos modos, los autores de este último trabajo tampoco consideran el potencial ahorro que supone el reconocimiento gracias a la TC de otras enfermedades distintas al TEP en pacientes en que se sospecha erróneamente esta enfermedad, y reconocen en la discusión que ésta es una limitación de su análisis, que de incluirse en el estudio podría modificar los resultados del mismo⁴⁷. Por otra parte, hay que tener en cuenta que los dos trabajos mencionados se basan en un modelo hipotético, y no representan la práctica clínica habitual y la toma real de decisiones⁴⁸.

En conclusión, la TC constituye el primer avance significativo en muchos años en el diagnóstico del TEP. Existen datos que avalan su empleo en la práctica clínica, y ofrece importantes ventajas prácticas sobre la gammagrafía de V/Q, por lo que está comenzando a desplazar a esta última en la valoración de los pacientes con sospecha de TEP. Algunos autores han propuesto realizar como primer test diagnóstico una gammagrafía de V/Q a pacientes con radiografía de tórax normal, y sin enfermedad pulmonar previa, y pasar directamente a la TC en aquellos pacientes en los que es de esperar que la gammagrafía sea indeterminada (v.g: aquellos con alteraciones en la radiografía de tórax)⁴⁹. Cada vez más autores, sin embargo, se inclinan por realizar la TC como primera prueba de imagen en todos los casos de sospecha de TEP⁴. Es de esperar que en los próximos años se produzcan nuevos avances técnicos y se publiquen nuevos trabajos, con mayor número de pacientes, que contribuyan a clarificar aún más el papel de la TC en la valoración del TEP, y favorezcan su implantación generalizada en los algoritmos diagnósticos, probablemente en combinación con test diagnósticos no invasivos, desplazando a la gammagrafía de V/Q a un papel mucho más secundario.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Donkers-van Rossum AB. Diagnostic strategies for suspected pulmonary embolism. *Eur Respir J* 2001;18:589-97.
- 2- Lomis NN, Yoon HC, Moran AG, Miller FJ. Clinical outcomes of patients after a negative spiral CT pulmonary arteriogram in the evaluation of acute pulmonary embolism. *J Vasc Interv Radiol* 1999;10:707-12.
- 3- Goodman LR, Lipchik RJ, Kuzo RS, Liu Y, Mc Auliffe TL, O'Brien DJ. Subsequent pulmonary embolism: risk after a negative helical CT pulmonary angiogram. Prospective comparison with scintigraphy. *Radiology* 2000;215:535-42.
- 4- Ryu JH, Swensen SJ, Olson EJ, Pellikka PA. Diagnosis of pulmonary embolism with use of computed tomographic angiography. *Mayo Clin Proc* 2001;76:59-65.
- 5- Grenier PA, Beigelman C. Spiral computed tomographic scanning and magnetic resonance angiography for the diagnosis of pulmonary embolism. *Thorax* 1998;53 (S2):525-31.
- 6- Ost D, Rozenstein A, Saffran L, Snider A. The negative predictive value of spiral computed tomography for the diagnosis of pulmonary embolism in patients with nondiagnostic ventilation-perfusion scans. *Am J Med* 2001;110:16-21.
- 7- Remy-Jardin M, Remy J, Watinne L, Giraud F. Central pulmonary th-

romboembolism: diagnosis with spiral volumetric CT with the single breath hold technique: comparison with pulmonary angiography. *Radiology* 1992; 185:381-7.

8- Blum AG, Delfau F, Grignon B, Beurrier D, Chabot F, Claudon M, et al. Spiral CT versus pulmonary angiography in the diagnosis of acute massive pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 1994;74:96-8.

9- Steiner P, Phillips F, Wesner D, Lund GK, Kreymann G, Nicolas V, et al. Primardiagnostik und verlufskontrolle der akuten lungembolie: vergleich zwischen digitaler subtraktionsangiographic und spiral CT. *Fortschr Röntgenstr* 1994;161:285-91.

10- Goodman LR, Curtin JJ, Mewissen MW, Foley WD, Lipchik RJ, Crain MR, et al. Detection of pulmonary embolism in patients with unresolved clinical and scintigraphic diagnosis: helical CT versus angiography. *AJR* 1995;164:1369-74.

11- Senac JP, Vernhet H, Bousquet C, Giron J, Pieuchot P, Durand G, et al. Embolie pulmonaire: apport de la tomodensitometrie helicoidale. *J Radiol* 1995; 76: 339-45.

12- Remy-Jardin M, Remy J, Deschildre F, Artaud D, Beregi JP, Hossein-Foucher C, et al. Diagnosis of pulmonary embolism with spiral CT: comparison with pulmonary angiography and scintigraphy. *Radiology* 1996;200: 699-706.

13- van Rossum AB, Pattynama PM, Ton ER, Treurniet FE, Arndt JW, van Eck B, et al. Pulmonary embolism: validation of spiral CT angiography in 149 patients. *Radiology* 1996;201:467-70.

14- Mayo JR, Remy-Jardin M, Muller NL, Remy J, Worsley DF, Hossein-Foucher C, et al. pulmonary embolism: prospective comparison of spiral CT with ventilation-perfusion scintigraphy. *Radiology* 1997;205:447-52.

15- van Rossum AB, van Erkel AR, van Persijn van Meerten EL, Tjin A Ton ER, Rebergen SA, Pattynama PM. Accuracy of helical CT for acute pulmonary embolism: ROC analysis of observer performance related to clinical experience. *Eur Radiol* 1998;8:1160-4.

16- Drucker EA, Rivitz SM, Shepard JA, Boiselle PM, Trotman-Dickenson B, Welch TJ, et al. Acute pulmonary embolism: assessment of helical CT for diagnosis. *Radiology* 1998;209:235-41.

17- Garg K, Welsh CH, Feyerabend AJ, Subber SW, Russ PD, Johnston RJ, et al. Pulmonary embolism: diagnosis with spiral CT and ventilation-perfusion scanning. Correlation with pulmonary angiographic results or clinical outcome. *Radiology* 1998;208:201-8.

18- Baghaie F, Remy-Jardin M, Remy J, Baghaie F, Artaud D, Fribourg F, et al. Diagnosis of peripheral acute pulmonary emboli: optimization of the spiral CT acquisition protocol (abstract). *Radiology* 1998;209:299.

19- Herold CJ, Lamm C, Remy-Jardin M, Grenier P, Remy J, Schnyder P, et al. Prospective evaluation of pulmonary embolism: initial results of the european multicenter trial (ESTIPEP) (abstract). *Radiology* 1998;209:299.

20- Kim K, Müller NL, Mayo JR. Clinically suspected pulmonary embolism: utility of spiral CT. *Radiology* 1999;210:693-7.

21- Qanadly SD, El-Hajjam M, Mesurolle B, Barré O, Bruckert F, Joseph T, et al. Pulmonary embolism detection: prospective evaluation of dual-section helical CT versus selective pulmonary arteriography in 157 patients. *Radiology* 2000;217:447-55.

22- Blachere H, Latrabe V, Montaudon M, Valli N, Couffignal T, Raherison C, et al. Pulmonary embolism revealed on helical-CT angiography: comparison with ventilation-perfusion radionuclide lung scanning. *AJR* 2000;174:1041-7.

23- Perrier A, Howarth N, Didier D, Loubeyre P, Unger PF, de Moerloose P, et al. Performance of helical computed tomography in unselected outpatients with suspected pulmonary embolism. *Ann Intern Med* 2001;135:88-97.

24- Oner-Eyuboglu AF, Akcay S, Karacan O, Celik N, Coskun M, Aktas A. Value of spiral computed tomography scanning in the diagnosis of pulmonary embolism (abstract). *Eur Respir J* 2002;20(S38):457s.

25- Jonson B, Olsson CG, Albrechtsson U, Olsson B, Bajc M. Ventilation/perfusion scintigraphy and helical computer tomography for diagnostics of pulmonary embolism (abstract). *Eur Respir J* 2002;20(S38): 456s.

26- Remy-Jardin M, Remy J. Spiral CT angiography of the pulmonary circulation. *Radiology* 1999;212:615-36.

27- Crawford T, Yoon C, Wolfson K, Beller M, Emerick A, Goldin JG, et al. The effect of imaging modality on patient management in the evaluation of pulmonary thromboembolism. *J Thoracic Imag* 2001;16:163-9.

28- Baile EM, King GG, Müller NL, D'Yachkova Y, Coche EE, Paré PD, et al. Spiral computed tomography is comparable to angiography for the diagnosis of pulmonary embolism. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161: 1010-5.

29- Gottsäter A, Berg A, Centergård J, Frennby B, Nirhov N, Nyman U. Clinically suspected pulmonary embolism: is it safe to withhold anticoagulation after a negative spiral CT? *Eur Radiol* 2001;11:65-72.

30- Tillie-Leblond I, Mastora I, Radenne F, Paillard S, Tonnel AB, Remy J, et al. Risk of pulmonary embolism after a negative spiral CT angiogram in patients with pulmonary disease: 1-year clinical follow-up study. *Radiology* 2002;223:461-67.

31- Cross JJ, Kemp PM, Walsh CG, Flower CD, Dixon AK. A randomized trial of spiral CT and ventilation perfusion scintigraphy for the diagnosis of pulmonary embolism. *Clin Radiol* 1998;53:177-82.

32- Garg K, Sieler H, Welsh CH, Johnston RJ, Russ PD. Clinical validity of helical CT being interpreted as negative for pulmonary embolism: implications for patient treatment. *AJR* 1999;172:1627-31.

33- Ferretti GR, Bosson JL, Buffaz PD, Ayanian D, Pison C, Blanc F, et al. Acute pulmonary embolism: role of helical CT in 164 patients with intermediate probability at ventilation-perfusion scintigraphy and normal results at duplex US of the legs. *Radiology* 1997;205:453-8.

34- Remy-Jardin M, Remy J, Baghaie F, Fribourg M, Artaud D, Duhamel A. Clinical value of thin collimation in the diagnostic workup of pulmonary embolism. *AJR* 2000;175:407-11.

35- Swensen SJ, Sheedy PF, Ryu JH, Pickett DD, Schleck CD, Ilstrup DM, et al. Outcomes after withholding anticoagulation from patients with suspected acute pulmonary embolism and negative computed tomographic findings: a cohort study. *Mayo Clin Procc* 2002;77:130-8.

36- Bourriot K, Couffignal T, Bernard V, Montaudon M, Bonnet J, Laurent F. Clinical outcome after a negative spiral CT pulmonary angiographic finding in an inpatient population from cardiology and pneumology wards. *Chest* 2003;123:359-65.

37- Musset D, Parent F, Meyer G, Maitre S, Girard P, Leroyer C, et al. Diagnostic strategy for patients with suspected pulmonary embolism: a prospective multicenter outcome study. *Lancet* 2002;360:1914-20.

38- Van Strijen MJ, De Monye W, Schiereck J, Kieft GJ, Prins MH, Huisman MV, et al. Single-detector helical computed tomography as the primary diagnostic test in suspected pulmonary embolism: a multicenter clinical management study of 510 patients. *Ann Intern Med* 2003;138:307-14.

39- Meignan MA. Lung ventilation/perfusion SPECT: the right technique for hard times. *J Nucl Med* 2002; 43: 648-51.

40- Schoepf UJ, Becker CR, Bruening RD, Ohnesorge BM, Huber A, Haw LG, et al. Multislice CT angiography. *Imaging* 2001; 13: 357-65.

41- Schoepf UJ, Holzkecht N, Helmberger TK, Crispin A, Hong C, Becker CR, et al. Subsegmental pulmonary embolism: improved detection with thin-collimation multi-detector row spiral CT. *Radiology* 2002;222: 483-90.

42- Loud PA, Grossman ZD, Klippenstein DL, Ray CE. Combined CT venography and pulmonary angiography: A new diagnostic technique for suspected thromboembolic disease. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:951-4.

43- Loud PA, Katz DS, Klippenstein DL, Shah RD, Grossman ZD. Combined CT venography and pulmonary angiography in suspected thromboembolic disease: Diagnostic accuracy for deep venous evaluation. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:61-5.

44- Uresandi F. Avances en la estrategia diagnóstica de la tromboembolia pulmonar. *Arch Bronconeumol* 2000;36:361-4.

45- Teigen CL, Maus TP, Sheedy PF, Johnson CM, Stanson AW, Welch TJ. Pulmonary embolism: Diagnosis with electron beam CT. *Radiology* 1993; 188:839-45.

46- Paterson DI, Schwartzman K. Strategies incorporating spiral CT for the diagnosis of acute pulmonary embolism. *Chest* 2001;119:1791-800.

47- Perrier A, Nendaz MR, Sarasin FP, Howarth N, Bounameaux H. Cost-effectiveness analysis of diagnostic strategies for suspected pulmonary embolism including helical computed tomography. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:39-44.

48- Dabbagh O, Kaplan C. Spiral CT is not the final answer (letter). *Chest* 2002;121:2083.

49- Woodard PK. CT scan negative for pulmonary embolism. Where do we go from here? *Radiology* 2000;215:325-6.