



# Implicación del Servicio de Radiología Intervencionista en el diagnóstico y tratamiento del tromboembolismo pulmonar

## Implication of the unit of Interventional Radiology in the diagnosis and treatment of patients with severe pulmonary embolism

Lacadena C<sup>a\*</sup>, Figueredo AL<sup>b</sup>, Guirola JA<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Graduada en Medicina en la Universidad de Zaragoza (2015). Zaragoza. España

<sup>b</sup> Grupo de investigación (GII5072). Servicio de Neumología. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España

<sup>c</sup> Grupo de Investigación de Técnicas Mínimamente Invasivas (GITMI). Radiología Intervencionista. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza. España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### HISTORIA DEL ARTÍCULO

Recibido: 27 de junio de 2015

Aceptado: 27 de octubre de 2016

Disponible *online*: 14 de noviembre de 2016

#### PALABRAS CLAVE

Tromboembolismo pulmonar  
Radiología Intervencionista  
Mortalidad  
Fibrinolisis  
Filtro vena cava

#### KEYWORDS

Pulmonary embolism  
Interventional radiology  
Mortality  
Thrombolysis  
Vena cava filter

### RESUMEN

**Objetivo:** Valorar la mortalidad de los pacientes con tromboembolismo pulmonar (TEP) agudo en relación a la implicación de la unidad de Radiología Intervencionista en el diagnóstico y tratamiento.

**Material y métodos:** Estudio descriptivo de los pacientes diagnosticados y tratados de TEP durante 5 años (2010-2014) en un solo centro de tercer nivel. Los parámetros analizados procedentes de la base de datos de codificación del hospital fueron los siguientes: sexo, edad, fecha de ingreso y alta hospitalaria, mortalidad, así como los procedimientos diagnósticos y terapéuticos. También se estudiaron diversas variables como antecedentes, factores de riesgo para TVP y TEP, métodos de diagnóstico empleados y tratamiento. Se especificó si intervino la unidad de Intervencionismo (UI) en el proceso diagnóstico o terapéutico.

**Resultados:** Durante este periodo de tiempo se diagnosticaron 722 pacientes de TEP, de ellos 610 (84,4 %) permanecían vivos durante la redacción de este estudio y 112 (15,5 %) habían fallecido.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en cuanto al sexo ( $p = 0,978$ ) y la edad media ( $p = 0,116$ ) entre el grupo de vivos y el de fallecidos. Sin embargo, sí se encontró dicha diferencia en relación a los días de hospitalización y las técnicas diagnósticas angio-TC y angiografía.

\*Autor para correspondencia

Correo electrónico: cristina.lacadena91@gmail.com (Lacadena C)

Se encontró diferencia estadística significativa que relacionaban la mortalidad o supervivencia y los siguientes antecedentes: TVP ( $p = 0,00$ ), TEP previo ( $p = 0,00$ ), neoplasia ( $p = 0,03$ ), IRC ( $p = 0,015$ ) y enfermedad cardiovascular ( $p = 0,035$ ).

Se colocó un filtro en la vena cava inferior al 8 % de los pacientes que sobrevivieron y al 2,7 % de los fallecidos y se realizó trombolisis en el 16,4 % de los que sobrevivieron y en el 5,4 % de los fallecidos. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ambos procedimientos llevados a cabo por el servicio de UI.

**Conclusiones:** La Unidad de Intervencionismo desempeña un papel muy importante tanto en el diagnóstico como en el tratamiento y seguimiento de los pacientes con TEP grave, ya que la actividad desarrollada en esta especialidad se correlaciona con una menor mortalidad del TEP en nuestro centro.

## | ABSTRACT

**Objective:** To analyze the diagnosis and treatment techniques carried out by the interventional radiology unit in patients with acute pulmonary embolism (PE), related with the techniques used and the mortality modification.

**Materials and methods:** Descriptive study of patients diagnosed and treated for PE for 5 years (2010-2014) in a single tertiary care hospital. The parameters analyzed coming from the encoding database of the hospital were: sex, age, date of admission and discharge, mortality, as well as the diagnostic and therapeutic procedures. Several variables were also studied, including history, risk factors for DVT and PE, diagnostic methods used and treatment. It was specified whether the Interventional Unit (IU) took part in the diagnostic/therapeutic process, or not.

**Results:** During this period 722 patients were diagnosed with PE, of which 610 (84.4%) were still alive during the writing of this study and 112 (15.5%) had died. Statistically significant differences were not found concerning sex ( $p = 0,978$ ) or average age ( $p = 0,116$ ) among the alive and deceased groups. However, hospitalization average of time, angio-CT and angiography diagnosis tests proved significant differences.

There were found statistically significant differences that related mortality or survival with the next medical background: deep-vein thrombosis ( $p = 0,00$ ), previous PE ( $p = 0,00$ ), neoplastic ( $p = 0,03$ ), chronic renal insufficiency ( $p = 0,015$ ) and cardiovascular disease ( $p = 0,035$ ).

Inferior cava filters were placed in less than 8% of the alive group of patients, and in 2.7% of the deceased group as well. Thrombolysis was also performed in 16.4% of those alive and in 5.4% of the deceased. Statistically significant differences were found in both procedures carried out by IU service.

**Conclusion:** Interventional Radiology Unit plays a crucial role in both the diagnosis and the treatment and follow up of patients with severe PE, since the activity developed in this service has proved a lower PE mortality in our center.

## | INTRODUCCIÓN

El TEP es una complicación frecuente que presenta una gran dificultad diagnóstica debido a sus manifestaciones clínicas inespecíficas y a su aparición, en la mayoría de los casos, asintomática<sup>1</sup>. Esta dificultad diagnóstica junto con la falta de prevención de factores de riesgo está muy relacionada con la mortalidad en esta enfermedad<sup>2,3</sup>. Es necesario, por lo tanto, detectar la enfermedad de una manera rápida y precisa para enfocar el manejo terapéutico del paciente<sup>1,2</sup>. La angio-TC con contraste es en la actualidad la prueba más importante y que con más frecuencia se utiliza para el diagnóstico de esta afección<sup>4</sup>. El tratamiento de base del TEP es la anticoagulación con heparina sódica o heparina de bajo peso molecular (HBPM). En condiciones de inestabilidad hemodinámica con TEP masivo o submasivo se recurre a los fibrinolíticos<sup>4,5</sup>.

Cuando están contraindicados los anticoagulantes o los fibrinolíticos o no son efectivos se puede recurrir a los filtros de vena cava inferior (FVCI)<sup>2,5</sup>.

Un porcentaje muy alto de los pacientes tratados sobreviven, por lo que es muy importante un buen diagnóstico para poder actuar rápidamente<sup>1</sup>. Se ha demostrado que el tratamiento inmediato es altamente efectivo, ya que muy pocos mueren a causa de una mala respuesta al tratamiento (menos del 10 %). La mayoría de los fallecimientos se producen en la primera hora desde la aparición de los síntomas, antes de que el tratamiento anticoagulante haya podido ejercer su efecto. Por todo esto, se asume que un buen diagnóstico y, lo más importante, una prevención eficaz de TVP constituyen los pilares básicos para evitar un embolismo pulmonar mortal<sup>1,6</sup>.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la prevalencia del TEP en un grupo poblacional concreto. Valorar los medios de diagnóstico y tratamiento empleados. Además, se estudia la implicación de la UI en el diagnóstico, tratamiento y mortalidad del TEP.

### | MATERIALES Y MÉTODOS

#### Pacientes

Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo en pacientes diagnosticados de tromboembolismo pulmonar a lo largo de cinco años (2010-2014) que fueron asistidos en el Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza (HCU). El HCU pertenece al Sector Sanitario III, el cual tiene una población global de 267 525 habitantes en el 2004.

Durante esos años se atendieron en el HCU de Zaragoza a 144 338 pacientes. Del total de ingresos durante este periodo de tiempo 722 pacientes (0,5 %) fueron diagnosticados de TEP, de los cuales 315 eran hombres (43,6 %) y 407 eran mujeres (56,4 %). La edad media de la muestra recogida es de  $71,06 \pm 15,19$ .

#### Materiales

La información de cada paciente se obtuvo a partir del código diagnóstico realizado por el servicio de codificación clínica del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza. Los pacientes que se estudiaron fueron todos los atendidos en dicho hospital y que fueron diagnosticados de TEP entre los años 2010 y 2014. Se diseñó una base de datos para recoger la información de los 722 pacientes incluidos en el estudio. En ella se contemplaron datos referidos al paciente como la edad, el sexo, la fecha de ingreso y de alta, así como también el motivo de la misma (alta domiciliaria, alta voluntaria o *exitus*), los días de estancia hospitalaria y también los procedimientos realizados para llevar a cabo el diagnóstico y tratamiento del TEP.

Con los datos recogidos se elaboró una base de datos utilizando el programa informático Excel 2010 (Microsoft Corporation. Washington. Estados Unidos) y se analizaron mediante el programa estadístico SPSS para Mac (versión 17.0; SPSS. Chicago. Illinois)

#### Métodos

Se han estudiado distintas variables que pueden influir en la mortalidad. Las variables que se han analizado son:

- Antecedentes: TVP, trombofilia, historia de TEP previo, neoplasia, intervención quirúrgica, traumatismo mayor, embarazo, terapia hormonal sustitutiva/terapia

oral contraceptiva, insuficiencia renal crónica y enfermedad cardiovascular.

- Método diagnóstico: TC, angiografía, gammagrafía y gasometría/clínica.
- Tratamiento empleado para manejo del TEP: trombolisis mecánica o farmacológica y colocación de filtro en vena cava inferior.

#### Análisis estadísticos

Se realizaron dos grupos, uno de vivos y otro de muertos y todos los datos fueron comparados para poder valorar si existía diferencia estadística significativa ( $p = 0,05$ ) y así poder correlacionar la mortalidad de los pacientes con la participación de la Unidad de Radiología Intervencionista.

Los datos se analizaron empleando pruebas estadísticas. Se utilizó la t de Student para comparar las medias con distribución normal y la U de Mann Whitney para aquellas con distribución no paramétrica. Las variables categóricas se expresan en porcentajes y se utiliza la comparación de proporciones y la prueba de chi cuadrado para comparación de estas variables.

### | RESULTADOS

Se diagnosticaron 722 pacientes de TEP a lo largo de 5 años en el Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza (2010-2014), de los cuales en el momento de cierre del estudio 610 (84,4 %) estaban vivos (grupo A) y 112 (15,5 %) fallecidos (grupo B). De los 722 pacientes, 315 eran hombres (43,62 %) y 407 mujeres (56,37 %). La edad media en años de la muestra recogida fue de  $71,0 \pm 15,19$ .

Dentro del grupo A (610 pacientes), 266 eran hombres (43,61 %) y 344 mujeres (56,39 %) y la edad media en años fue de  $70,88 \pm 15,32$ . En total, la media de días hospitalizados de los pacientes que sobrevivieron fue de  $17,21 \pm 15,05$ . En el grupo B (112 fallecidos), 40 pacientes eran hombres (43,75 %) y 63 mujeres (56,25 %). La edad media de este grupo fue de  $73,13 \pm 13,10$  y la media de los días que estuvieron hospitalizados de  $9,13 \pm 10,39$ .

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en relación con el sexo ( $p = 0,978$ ) ni con la edad media ( $p = 0,116$ ) entre ambos grupos A y B ( $p > 0,05$ ). En relación a los días de hospitalización, el grupo de pacientes fallecidos presentó una estancia media en días de  $9,13 \pm 10,39$ , notablemente inferior a la estancia media del grupo de pacientes vivos, la cual fue de  $17,21 \pm 15,05$  días. La comparación mostró diferencias significativas entre ambos grupos con respecto a la estancia media ( $p = 0,00$ ).

Vivos = 610		Muertos = 112		p
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
266	344	49	63	
43,61 %	56,39 %	43,75 %	56,25 %	0,978
Edad promedio		Edad promedio		p
Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
70,88	15,32	73,13	13,10	0,116
Total días hospitalizados		Total días hospitalizados		p
Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
17,21	15,05	9,13	10,39	0,00

Tabla 1. Datos de los pacientes con TEP en el Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza (2010-2014)

	Antecedentes				
	Vivos = 610		Muertos = 112		p
	Total	%	Total	%	
TVP	145	23,8	10	8,9	0,00
Trombofilia	14	2,3	0	0	0,105
TEP previo	516	84,6	3	2,7	0,00
Neoplasia	116	19	35	31	0,03
Cirugía	4	0,7	0	0	0,39
Traumatismo	25	4,1	3	2,7	0,474
Embarazo	0	0	0	0	0,668
Fármacos	1	0,2	0	0	0,668
IRC	41	6,7	1	0,9	0,015
Cardiovascular	59	9,7	4	3,6	0,035

Tabla 2. Comparativa de los factores de riesgo entre los pacientes

	Método diagnóstico				
	Vivos = 610		Muertos = 112		p
	Total	%	Total	%	
Angio-TC	374	61,3	33	29,5	0,000
Angiografía	100	16,4	6	5,4	0,002
Gammagrafía	60	9,8	6	5,4	0,131
Gasometría/clínica	195	32	36	32	0,971
Procedimientos empleados en Radiología Intervencionista					
Filtro en VCI	49	8	3	2,7	0,044
Trombolisis	100	16,4	6	5,4	0,002

Tabla 3. Resumen de las técnicas diagnósticas empleadas y tratamientos seguidos

En la Tabla 1 se comparan los pacientes vivos y fallecidos en relación al sexo, edad y estancia media de hospitalización.

La comparación de cada factor de riesgo según la incidencia que había presentado en los grupos A y B

fue la siguiente: TVP 23,8 % (A) y 8,9 % (B), trombofilia 2,3 % (A) y 0 % (B), TEP previo 84,6 % (A) y 2,7 % (B), neoplasia 19 % (A) y 31 % (B), cirugía 0,7 % (A) y 0 % (B), traumatismos 4,1 % (A) y 2,7 % (B), embarazo 0 % (A) y 0 % (B), fármacos 0,2 % (A) y 0 % (B), IRC 6,7 % (A) y 0,9 % (B) y, por último, cardiovascular 9,7 % (A) y 3,6 % (B). Todos estos datos están recogidos en la Tabla 2. No se observaron diferencias estadísticamente significativas de los antecedentes comparados en relación con la mortalidad a excepción de: TVP ( $p = 0,00$ ), TEP previo ( $p = 0,00$ ), neoplasia ( $p = 0,03$ ), insuficiencia renal crónica (IRC) ( $p = 0,015$ ) y enfermedad cardiovascular ( $p = 0,035$ ).

La técnica diagnóstica de imagen más utilizada fue la angio-TC que se realizó en el 90,8 % de todos los pacientes, tanto del grupo de fallecidos como sobrevivientes sin diferencias significativas entre ambos ( $p = 0,00$ ). Tampoco hubo diferencias significativas entre los que se les realizó gammagrafía V/Q (15,2 %) o entre los que el diagnóstico fue clínico (64 %). Al 21,8 % se les realizó angiografía y aquí sí se observaron diferencias muy significativas ( $p = 0,002$ ) entre los pacientes que sobrevivieron 16,4 % y los fallecidos (5,4 %) (Tabla 3). En cuanto al tratamiento, se observaron diferencias significativas entre los pacientes fallecidos y vivos en relación con el tratamiento fibrinolítico y la implantación de filtro en vena cava inferior (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

El tromboembolismo pulmonar es una grave complicación que anualmente mata a muchas personas en el mundo occidental, a pesar de la universalización de la profilaxis con heparinas de bajo peso molecular<sup>7,8</sup>. No se conoce exactamente la incidencia de TEP en el mundo ya que su diagnóstico es difícil y con frecuencia hay infra o sobrediagnóstico<sup>8-11</sup>. El TEP constituye la tercera causa de muerte por enfermedad cardiovascular, después de la coronariopatía y el accidente cerebrovascular calculando la incidencia de TEP de 1/1000 habitantes/año<sup>9</sup>. En el hospital de tercer nivel en el que se realizó el estudio la incidencia del TEP fue 722 pacientes (0,5 %) durante los cinco años analizados (2010-2014 ambos inclusive) de las 144 338 altas que se llevaron a cabo, lo que significó un promedio anual de un paciente diagnosticado de TEP por cada 40 altas realizadas. De los 722 pacientes, 112 (15,5 %) fallecieron y 610 (84,4 %) sobrevivieron al episodio de TEP agudo. No se encontraron diferencias atribuibles al sexo y edad en estos dos grupos, por lo que, ambos grupos son comparables para analizar el resto de

variables estudiadas. Tanto en el grupo de vivos como el de fallecidos el porcentaje de mujeres era mayor al de hombres, pudiendo por ello afirmar que el sexo femenino presenta un mayor riesgo de presentar TEP.

El tratamiento de elección del TEP es la anticoagulación con heparina sódica o con HBPM y según la ACCP (*American College of Chest Physicians*) tan sólo se recurre a la fibrinólisis en caso de TEP hemodinámicamente inestable grave y en casos seleccionados en el TEP submasivo<sup>12-14</sup>. No existe consenso en la forma de administración del fibrinolítico y mientras algunos defienden la forma sistémica<sup>12</sup>, otros se inclinan por la fibrinólisis intrarterial *in situ* como tratamiento más eficaz<sup>15,16</sup>. La fragmentación de igual modo está contraindicada por la ACCP<sup>12</sup> salvo cuando no es posible la anticoagulación mientras que otros autores la recomiendan como tratamiento eficaz<sup>15,16</sup>.

Los filtros de vena cava inferior (FVCI) son dispositivos que impiden que los trombos migren desde la vena cava y extremidades inferiores al pulmón. Han sido extensamente utilizados en el pasado, pero en la actualidad su uso es controvertido<sup>17,18</sup>. La implicación de las Unidades de Intervencionismo fue muy intensa en el pasado ya que la angiografía diagnóstica jugó su papel. En la actualidad su espacio ha sido completamente ocupado por la angio-TC<sup>19-21</sup>, y por otra parte, no se conoce cuál es el papel que podría representar en el tratamiento del TEP en relación con la fibrinólisis *in situ*, fragmentación de trombos y con la implantación de FVCI<sup>17</sup>.

La mortalidad por TEP depende del momento del diagnóstico y de la comorbilidad. Se conoce que la muerte por TEP supera el 15 % en los tres primeros meses después del diagnóstico y, también, que en cerca del 25 % de los pacientes totales diagnosticados de TEP la primera manifestación clínica es la muerte<sup>22-24</sup>. En la serie que se presenta la mortalidad intrahospitalaria entre los pacientes diagnosticados de TEP fue del 15,5 % muy similar a los datos publicados. No se comprobaron diferencias significativas en cuanto a la edad y sexo de los pacientes.

La estancia media de hospitalización fue notablemente inferior en los pacientes que finalmente fallecieron, lo que implicaría que en los pacientes fallecidos la muerte se produjo en los primeros días (9 días de promedio con un rango de 0 y 10 días) debido posiblemente a una mayor inestabilidad hemodinámica.

Los pacientes que sobrevivieron presentaban antecedentes de TVP, TEP previo, IRC y enfermedad cardiovascular en mayor porcentaje que en el grupo de los

fallecidos. En cambio, al comparar entre los dos grupos el antecedente de neoplasia, se observó que dicho antecedente aparecía con mayor frecuencia en el grupo de fallecidos (31 %) que en el de vivos (19 %) siendo estas diferencias significativas ( $p = 0,03$ ).

El medio de imagen más utilizado en nuestra institución fue la angio-TC (71 %) mientras que en el 29 % se utilizaron otros medios de imagen o sólo la clínica. La mortalidad entre los pacientes en los que se realizó angio-TC como prueba diagnóstica fue del 7,6 % mientras que en los que no se realizó, la mortalidad ascendió al 14,1 %. Esta técnica, por lo tanto, permite establecer un diagnóstico de certeza de forma precoz, contribuyendo a la instauración del tratamiento adecuado con repercusión en la evolución y supervivencia del paciente.

Las Unidades de Intervencionismo desempeñan un papel importante en el manejo del TEP masivo grave, pero este está todavía por mostrar su evidencia<sup>15,16,25,26</sup>. La fibrinólisis *in situ*, la fragmentación del trombo, la trombo-aspiración y la implantación de FVCI son procedimientos eficaces que sin duda pueden mejorar el pronóstico de estos pacientes e influir en la mortalidad. En esta revisión, con pocos datos clínicos se observó que la mortalidad fue menor en los pacientes (15,8 % vs. 21,8 %) a los que se les realizó algunos de estos procedimientos. El 94 % de los pacientes a los que se les realizó procedimientos intervencionistas están vivos mientras que tan sólo fallecieron 9 (5,6 %).

De este estudio se puede concluir que la angio-TC es un excelente procedimiento diagnóstico y que los métodos intervencionistas influyen de manera significativa tanto en el diagnóstico como en el tratamiento y seguimiento de los pacientes que presentan TEP grave.

Es necesario realizar estudios clínicos comparativos que establezcan estos datos del presente estudio.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todo el equipo de Radiología Intervencionista del Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa la ayuda recibida y el interés mostrado en la elaboración de este trabajo. Destacar su gran profesionalidad, así como también el trato tan humano con el paciente. A mi familia por su cariño y apoyo incondicional, especialmente mi madre.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dalen JE. Pulmonary embolism: what have we learned since Virchow? Natural history, pathophysiology, and diagnosis. *Chest*. 2002;122:1440-56
2. Konstantinides S, Torbicki A, Agnelli G, Danchin N, Fitzmaurice D, Galie N, et al. Guía de práctica clínica de la ESC 2014 sobre el diagnóstico y el tratamiento de la embolia pulmonar aguda. *Rev Esp Cardiol*. 2015;68(1):64.e1-e45
3. Jiménez D, Kopečna D, de Miguel J, Sueiro A. Protocolo diagnóstico y terapéutico de la tromboembolia de pulmón. *Medicine*. 2014;11(68):4093-6
4. Balóira A, Ruiz LA. Tromboembolismo pulmonar. *Arch Bronconeumol*. 2010;46(Supl 7):31-7
5. Uresandi F, Monreal M, García-Bragado F, Domenech P, Lecumberri R, Escribano P, et al. Consenso nacional sobre el diagnóstico, estratificación de riesgo y tratamiento de los pacientes con tromboembolia pulmonar. *Arch Bronconeumol*. 2013;49(12):534-47
6. Taylor B, Hales C. Overview of Acute Pulmonary Embolism in Adults. [Monografía en Internet]. Alphen aan den Rijn: Wolters Kluwer Health: Up to Date; 2015 [acceso 19 de febrero de 2015]. Disponible en: <http://www.uptodate.com/contents/overview-of-acute-pulmonary-embolism-in-adults>
7. Raskob GE, Angchaisuksiri P, Blanco AN, Buller H, Gallus A, Hunt BJ, Hylek EM, Kakkar A. Thrombosis: a major contributor to global disease burden. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014;34(11):2363-71
8. Monreal M, Mahé I, Bura-Riviere A, Prandoni P, Verhamme P, Brenner B, Wells PS, Di Micco P, Bertolotti L. Pulmonary embolism: Epidemiology and registries. *Presse Med*. 2015;44(12 Pt 2):e377-83
9. Righini M, Robert-Ebadi H, Le Gal G. Diagnosis of pulmonary embolism. *Presse Med*. 2015;44(12 Pt 2):e385-91
10. Hutchinson BD, Navin P, Marom EM, Truong MT, Bruzzi JF. Overdiagnosis of Pulmonary Embolism by Pulmonary CT Angiography. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(2):271-7
11. Wilbur J, Shian B. Diagnosis of deep venous thrombosis and pulmonary embolism. *Am Fam Physician*. 2012;86(10):913-9
12. Holbrook A, Schulman S, Witt DM, Vandvik PO, Fish J, Kovacs MJ, et al; American College of Chest Physicians. Evidence based management of anticoagulant therapy: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2012;141(2 Suppl):e152S-84
13. Konstantinides SV, Barco S, Laneit M, Meyer G. Management of Pulmonary Embolism: An Update. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67:976-90
14. Kearon C, Akl EA, Ornelas J, Blaivas A, Jimenez D, Bounameaux H, et al. Antithrombotic Therapy for VTE Disease: CHEST Guideline and Expert Panel Report. *Chest*. 2016;149(2):315-52
15. Kuo WT, Banerjee A, Kim PS, DeMarco FJ Jr, Levy JR, Facchini FR, et al. Pulmonary Embolism Response to Fragmentation, Embolectomy, and Catheter Thrombolysis (PERFECT): Initial Results From a Prospective Multicenter Registry. *Chest*. 2015;148(3):667-73
16. Marshall PS, Mathews KS, Siegel MD. Diagnosis and management of life-threatening pulmonary embolism. *J Intensive Care Med*. 2011;26(5):275-9
17. Sing RF, Fischer PE. Inferior vena cava filters: indications and management. *Curr Opin Cardiol*. 2013;28(6):625-31
18. Harvey JJ, Hopkins J, McCafferty IJ, Jones RG. Inferior vena cava filters: what radiologists need to know. *Clin Radiol*. 2013;68(7):721-32
19. Dronkers CE, Klok FA, Huisman MV. Current and future perspectives in imaging of venous thromboembolism. *J Thromb Haemost*. 2016;14(9):1696-1710
20. Wang RC, Bent S, Weber E, Neilson J, Smith-Bindman R, Fahimi J. The impact of clinical decision rules on computed tomography use and yield for pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2016;67(6):693-701.e3
21. Remy-Jardin M, Pistolesi M, Goodman LR, Gefter WB, Gottschalk A, Mayo JR, et al. Management of suspected acute pulmonary embolism in the era of CT angiography: a statement from the Fleischner Society. *Radiology*. 2007;245(2):315-29
22. Janata K, Holzer M, Domanovits H, Müllner M, Bankier A, Kurtaran A, et al. Mortality of patients with pulmonary embolism. *Wien Klin Wochenschr*. 2002;114(17-18):766-72
23. Heit JA. The epidemiology of venous thromboembolism in the community: implications for prevention and management. *J Thromb Thrombolysis*. 2006;21:23-9
24. Goldhaber SZ, Visani L, De Rosa M. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER). *Lancet*. 1999;353:1386-9
25. Kuo WT, Gould MK, Louie JD, Rosenberg JK, Sze DY, Hofmann LV. Catheter-directed therapy for the treatment of massive pulmonary embolism: systematic review and meta-analysis of modern techniques. *J Vasc Interv Radiol*. 2009;20(11):1431-40
26. Gaba RC, Gundavaram MS, Parvianin A, Knuttinen MG, Minocha J, Owens CA, Bui JT. Efficacy and safety of flow-directed pulmonary artery catheter thrombolysis for treatment of submassive pulmonary embolism. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;202(6):1355-60