

Artículo especial

Intervención dirigida por catéter en la embolia aguda de pulmón.
Posicionamiento SEC-Asociación de Cardiología Intervencionista/
SEC-Asociación de Cardiopatía Isquémica y Cuidados Agudos
Cardiovasculares/SEC-GT Hipertensión Pulmonar

Pablo Salinas^{a,*}, Ana Belén Cid Álvarez^{b,c}, Pablo Jorge Pérez^d, María Eugenia Vázquez-Álvarez^{e,c}, Alfonso Jurado-Román^f, Miriam Juárez^{g,c}, Miguel Corbí-Pascual^h, Maite Velázquez Martín^{i,c}, Jesús Jiménez-Mazuecos^j, Sandra Ofelia Rosillo Rodríguez^k, Valeriano Ruiz Quevedo^l, María Lázaro^m, Ana Viana-Tejedorⁿ, Javier Martín Moreiras^{o,c} y Roberto Martín-Asenjoⁱ

^a Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Clínico San Carlos, Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC), Madrid, España

^b Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, A Coruña, España

^c Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

^d Unidad de Cuidados Cardíacos Agudos, Complejo Hospitalario Universitario de Canarias, Santa Cruz de Tenerife, España

^e Servicio de Cardiología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón, Madrid, España

^f Servicio de Cardiología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^g Unidad de Cuidados Cardiológicos Agudos, Hospital Gregorio Marañón, Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón, Madrid, España

^h Unidad de Cuidados Intensivos Cardiológicos, Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, Albacete, España

ⁱ Servicio de Cardiología, Hospital Universitario 12 de Octubre, Instituto de Investigación Sanitaria Hospital 12 de Octubre (imas12), Madrid, España

^j Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, Albacete, España

^k Unidad de Cuidados Agudos Cardiológicos, Hospital Universitario La Paz, Instituto de Investigación Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ), Madrid, España

^l Sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Área Clínica del Corazón, Hospital Universitario de Navarra, Pamplona, Navarra, España

^m Servicio de Cardiología, Hospital General Universitario de Toledo, Toledo, España

ⁿ Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Clínico San Carlos, Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC), Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^o Servicio de Cardiología, Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (IBSAL), Salamanca, España

Historia del artículo:

Recibido el 23 de julio de 2024

Aceptado el 18 de septiembre de 2024

On-line el 28 de septiembre de 2024

Palabras clave:

Embolia pulmonar

Tratamiento trombolítico

Trombectomía

RESUMEN

La embolia pulmonar (EP) es la principal causa de muerte hospitalaria y la tercera causa más frecuente de muerte cardiovascular. Tradicionalmente, el tratamiento ha involucrado anticoagulación, trombolisis o cirugía; sin embargo, se han desarrollado las intervenciones dirigidas por catéter (IDC) para pacientes con EP de riesgo intermedio o alto, que incluyen trombolisis dirigida por catéter y trombectomía por aspiración. Estas opciones pueden mejorar rápidamente la función ventricular derecha, la situación hemodinámica y la mortalidad de ciertos pacientes, aunque falta suficiente evidencia de ensayos controlados y aleatorizados.

Este documento, elaborado por la Asociación de Cardiología Intervencionista, la Asociación de Cardiopatía Isquémica y Cuidados Agudos Cardiovasculares y el Grupo de Trabajo de Hipertensión Pulmonar de la Sociedad Española de Cardiología (SEC), revisa las recomendaciones actuales y la evidencia disponible para el abordaje de la EP, destacando la importancia de los equipos de respuesta rápida, la estratificación del riesgo y la monitorización inicial de los pacientes para decidir quiénes son candidatos a reperfusión. Partiendo de la evidencia clínica sobre la IDC, se discuten los escenarios clínicos y la selección de pacientes para estas técnicas para ayudar en la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre por falta de evidencia. Por último, se describe el soporte periprocedimiento poniendo en valor el necesario enfoque multidisciplinario para mejorar los resultados y reducir la morbimortalidad de los pacientes con EP.

© 2024 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: salinas.pablo@gmail.com (P. Salinas).

✉ @pablosalinas @shci_sec @agudosSEC

Catheter-directed interventions in acute pulmonary embolism. Position statement of SEC-Interventional Cardiology Association/SEC-Ischemic Heart Disease and Acute Cardiovascular Care Association/SEC-Working Group on Pulmonary Hypertension

ABSTRACT

Keywords:

Pulmonary embolism
Thrombolytic therapy
Thrombectomy

Pulmonary embolism (PE) is the leading cause of hospital death and the third most frequent cause of cardiovascular mortality. Traditionally, treatment options have included anticoagulation, thrombolysis, or surgery; however, catheter-directed interventions (CDI), including catheter-directed thrombolysis and aspiration thrombectomy, have been developed for patients with intermediate- or high-risk PE. These techniques can rapidly improve right ventricular function, hemodynamic status, and mortality in some patients, although there is a lack of evidence from randomized controlled trials. This document, prepared by the Interventional Cardiology Association, the Association of Ischemic Heart Disease and Acute Cardiovascular Care, and the Working Group on Pulmonary Hypertension of the Spanish Society of Cardiology (SEC), reviews the current recommendations and available evidence on the management of PE. It emphasizes the importance of rapid response teams, risk stratification, and early patient monitoring in identifying candidates for reperfusion. Based on existing clinical evidence on CDI, the document discusses various clinical scenarios and provides guidance on patient selection, particularly in situations of uncertainty due to insufficient evidence. Lastly, it describes periprocedural support, highlighting the necessary multidisciplinary approach to improve outcomes and reduce morbidity and mortality in patients with PE.

© 2024 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

Abreviaturas

EP: embolia pulmonar
EP-AR: embolia pulmonar de alto riesgo
EP-IAR: embolia pulmonar de riesgo intermedio-alto
IDC: intervención dirigida por catéter
PERT: equipo de respuesta a la embolia de pulmón
TL: trombolisis local
TM: trombectomía mecánica
TS: trombolisis sistémica

INTRODUCCIÓN

La embolia pulmonar (EP), tercer gran síndrome trombótico tras el infarto de miocardio y el ictus, es la primera causa prevenible de muerte de pacientes hospitalizados. La obstrucción aguda de las arterias pulmonares causa una sobrecarga de la presión del ventrículo derecho que puede llegar a *shock* y la muerte si no se trata. En casos graves, las nuevas técnicas de intervención dirigida por catéter (IDC) están revolucionando el tratamiento como alternativa a la trombolisis sistémica (TS).

La EP requiere un enfoque multidisciplinario en el que la cardiología es crucial para el diagnóstico, la estratificación del riesgo (electrocardiograma, ecocardiograma), la estabilización hemodinámica (unidades de cuidados intensivos cardiológicos [UCIC], oxigenador extracorpóreo de membrana [ECMO]), IDC y el seguimiento (enfermedad tromboembólica pulmonar crónica [ETEC] y angioplastia de arterias pulmonares).

Este documento revisa las recomendaciones actuales basadas en la evidencia y en aporta la opinión del panel de expertos sobre los puntos sin la suficiente evidencia (tabla 1). Se centra en la estratificación y la evaluación del riesgo-beneficio para la selección de candidatos a IDC, además de dar recomendaciones sobre el apoyo periprocedimiento. El propósito es promover el abordaje por equipos de respuesta rápida para la EP (PERT), con el correspondiente ingreso en unidades especializadas para el uso de terapias avanzadas que puedan reducir la morbimortalidad de la EP.

CARDIOLOGÍA EN EL EQUIPO DE RESPUESTA A LA EMBOLIA PULMONAR

Los PERT para el abordaje y tratamiento de la EP de alto riesgo (EP-AR) y de riesgo intermedio-alto (EP-IAR) surgen en Estados Unidos en 2012 y actualmente tienen un grado de recomendación IIa en las guías europeas (nivel de evidencia C)⁸.

Compuestos por diferentes especialistas (cardiología, neumología, medicina interna, urgencias, hematología, cirugía vascular, anestesiología, cuidados intensivos, cirugía cardíaca o radiología intervencionista), los equipos se reúnen para evaluar al paciente desde diversas perspectivas, consensuar un plan de tratamiento individualizado y activar recursos locales o el traslado a un centro de referencia para garantizar el nivel de cuidados necesario⁹.

Aunque hay variabilidad en su organización, la frecuencia de activación, la composición (que puede comprender una red de hospitales) y los recursos disponibles, son aspectos fundamentales su creación, su desarrollo y su auditoría periódica, junto con el acceso preferente a servicios clínicos clave (urgencias, ecocardiografía, radiología, cuidados intensivos, intervenciones percutáneas y cirugía cardiotorácica)⁹. La evidencia indica que los centros con mayor volumen de pacientes con EP tienen menos mortalidad a 30 días, y la activación del PERT se asocia con menores tasas de mortalidad y reingresos¹⁰. Además, implementar un PERT se asocia con mayor uso de reperusión e IDC^{11–14}.

La cardiología es crucial en el abordaje de la EP, implicada en todas las fases diagnóstico-terapéuticas. Su participación en los PERT es vital en el tratamiento del *shock* obstructivo por insuficiencia hemodinámica del ventrículo derecho. Además, trabaja habitualmente en equipos para la toma de decisiones (*Heart Team*), con aplicación en el *shock* cardiogénico, el trasplante o las intervenciones en cardiopatía isquémica o valvular, optimizando la valoración de riesgos y beneficios de las alternativas terapéuticas.

ABORDAJE INICIAL Y ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO

Estratificación del riesgo

Según las guías europeas⁸ se clasifica a los pacientes en función de su estabilidad hemodinámica, las puntuaciones clínicas (índice

Tabla 1

Resumen de las definiciones y recomendaciones del panel de expertos en situaciones con escasez de evidencia

Definición de reperfusión	Se entiende como reperfusión el tratamiento dirigido a restaurar rápidamente el flujo pulmonar mediante la reducción de la carga trombotica que está causando la sobrecarga de presión del VD, habitualmente en situaciones de <i>shock</i> obstructivo. Comprende tratamiento farmacológico (TS), percutáneo (IDC) y quirúrgico (EQ)
IDC en EP-AR	En caso de no realizarse TS en situación de EP-AR por contraindicaciones o alto riesgo de sangrado, se recomienda la IDC si se puede realizar en un tiempo < 60 min o < 90 min si requiere traslado En caso de IDC en EP-AR, se recomienda TM sobre TL En caso de IDC en EP-AR, se puede usar TL si no hay disponibilidad de TM y el paciente conserva cierta estabilidad que permita concluir la terapia (hipotensión persistente)
IDC electiva en la EP-IAR	El abordaje inicial de los pacientes con EP-IAR incluye monitorización en cuidados intensivos o intermedios durante 24–48 h y anticoagulación En este periodo, para pacientes seleccionados con EP-IAR, se debe valorar la IDC electiva si se acumulan varios factores de mal pronóstico, para prevenir el deterioro clínico o hemodinámico. Esta decisión se debería tomar en las primeras 24 h en pacientes con EP-IAR y deterioro clínico o hemodinámico según las guías de la ESC, se recomienda la IDC sobre la TS por su mejor perfil de seguridad
Criterios de finalización de TM	No hay definidos criterios para dar por finalizado un procedimiento de TM No se recomienda intentar eliminar la totalidad de la carga trombotica para no prolongar el procedimiento y evitar potenciales complicaciones mecánicas El objetivo debería ser la mejoría clínica de los pacientes con IAR y la estabilidad hemodinámica de los pacientes con EP-AR. Son parámetros objetivos la reducción del soporte vasoactivo, incremento de la PAS, reducción de la FC, mejoría de PAFI o mejoría de saturación venosa Otros criterios de finalización serían: extracción de todo el trombo de arterias proximales, trombo crónico o muy organizado, limitación anatómica para alcanzar el trombo o balance extracción de trombo o sangre desfavorable (extracción > 400-500 ml)
Requisitos del centro experto en EP	Equipo PERT disponible las 24 h del día IDC (idealmente tanto TL como TM) disponible las 24 h del día ECMO disponible las 24 h del día La necesidad de cirugía cardiaca es controvertida, dado que la EQ como modalidad de reperfusión está en desuso, si bien puede ser útil en el trombo a través de foramen oval, el ECMO o, junto con la cirugía vascular, en la resolución de complicaciones En centros sin cirugía cardiotorácica se debería contar con un centro de referencia que pueda atender casos emergentes (trabajo en red)
Tiempos	Desde el diagnóstico de EP, se debería establecer una primera estrategia terapéutica en los primeros 30–60 min (comprende la estratificación del riesgo y consulta PERT) En EP-IAR se recomienda su monitorización en unidad de intermedios o intensivos durante 48 h desde el diagnóstico En EP-IAR se recomienda la evaluación de factores de mal pronóstico (tabla 2) en las primeras 6 h de ingreso para valorar candidatos a IDC electiva Si se decide IDC electiva en EP-IAR, se debería realizar en 24 h o menos desde la decisión Si se decide IDC electiva en EP-AR, se debería realizar en 4 h o menos desde la decisión Tras la reperfusión, se recomienda monitorizar 24 h las EP-IAR y 48 h las EP-AR
Éxito de la reperfusión en EP-AR	Se considera éxito de la reperfusión si se recupera una PAS > 90 sin vasopresores Esta evaluación debería realizarse 2–4 h tras la administración de TS o del final de la IDC

ECMO: oxigenador extracorpóreo de membrana; EP-AR: embolia pulmonar de alto riesgo; EP-IAR: embolia pulmonar de riesgo intermedio-alto; TM: trombectomía mecánica; EQ: embolectomía quirúrgica; ESC: Sociedad Europea de Cardiología; FC: frecuencia cardiaca; IDC: intervención dirigida por catéter; PAFI: cociente entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno; PAS: presión arterial sistólica; PERT: equipo de respuesta a la embolia de pulmón; TL: trombolisis local; TS: trombolisis sistémica.

de gravedad de la EP [PESI] o PESI simplificado [sPESI]), la disfunción o dilatación del ventrículo derecho (VD) y los biomarcadores (tabla 2), en las siguientes categorías: a) EP de alto riesgo: define a los pacientes con afeción del VD observada por imagen (ecocardiografía o tomografía computarizada), elevación de biomarcadores (troponina, péptido natriurético cerebral [proBNP]) e inestabilidad hemodinámica (que comprende tres subcategorías: hipotensión persistente, *shock* obstructivo y parada cardiaca)⁸; aproximadamente el 4% de los pacientes tienen EP-AR, con mortalidad a corto plazo de hasta un 27% dentro de las primeras 24 h y hasta el 49% en 72 h; b) EP de riesgo intermedio: a diferencia de la anterior, debe haber estabilidad hemodinámica; se subdivide, a su vez, en 2 categorías: EP-IAR, en presencia de afeción del VD por imagen y elevación de algún biomarcador, y EP de riesgo intermedio-bajo, en presencia de solo 1 o ninguno de los anteriores criterios (pero PESI III–V o sPESI ≥ 1); el conjunto de este grupo representa el 55% de los pacientes; aunque la mayoría mejora con anticoagulación, el subgrupo EP-IAR deberá ser estrechamente monitorizado por el riesgo de sufrir deterioro clínico, respiratorio o hemodinámico; c) EP de bajo riesgo: son los pacientes que se encuentran hemodinámicamente estables, con PESI I–II o sPESI = 0, sin compromiso del VD por imagen y sin

elevación de biomarcadores, y representan aproximadamente un 40% del total.

Estratificación avanzada en la embolia pulmonar de riesgo intermedio-alto

En las últimas décadas se han realizado esfuerzos para identificar dentro de la EP-IAR a un subgrupo de pacientes en riesgo de deterioro hemodinámico a corto plazo. Si bien la terapia recomendada por las guías es la anticoagulación, para los pacientes con riesgo de muerte ≥ 10% según las diferentes escalas y marcadores, este grupo de expertos recomienda valorar el IDC de forma electiva porque asocia una mortalidad ≤ 3% en varios estudios, principalmente observacionales^{15–20}. Se han propuesto una serie de marcadores y escalas pronósticas con base en parámetros observables al ingreso (tabla 2) para identificar a este subgrupo.

Monitorización y ubicación de ingreso

Los pacientes con riesgo intermedio-bajo pueden ingresar en una planta de hospitalización convencional. Aquellos con EP-IAR

Tabla 2Criterios clínicos, de imagen y de laboratorio que indican gravedad de los pacientes con EP de riesgo intermedio-alto^a

Clínicos	Imagen	Laboratorio
Síncope ^b FC \geq 110 lpm ^b PAS < 100 mmHg ^b Saturación arterial < 90% Frecuencia respiratoria > 30 rpm Edad Sexo masculino Cáncer Insuficiencia cardíaca crónica Enfermedad pulmonar crónica Temperatura < 36 °C Estado mental alterado	Relación VD/VI > 1 ^c TAPSE < 16 mm Dilatación de cava inferior Velocidad pico sistólica del anillo tricuspídeo (< 9,5 cm/s) ITV del TSVD < 9,5 cm Signo 60/60 (tiempo de aceleración pulmonar < 60 ms con PSAP < 60 mmHg)	Troponina elevada ^c Lactato > 2 mmol/l ^b (otro punto de corte validados > 3,3 mmol/l) NT-proBNP > 600 pg/ml
Escalas		
BOVA score ² . Incluye FC, PAS, biomarcadores y disfunción del VD por ecocardiografía. El BOVA ampliado añade el lactato y permite identificar a los pacientes con un riesgo del 24% de sufrir deterioro hemodinámico a los 7 días		
Escala TELOS ³ . Incluye, además de la disfunción del VD y la troponina, la elevación de lactato; estos pacientes tienen un riesgo de muerte o colapso hemodinámico del 21,1% a los 7 días		
Escala SHIELD ⁴ . Es un modelo que incluye el <i>shock index</i> (FC/PAS) \geq 1, hipoxemia, lactato elevado y signos de disfunción del VD (biomarcadores o por imagen)		
Puntuación FAST ⁵ . Incluye 3 parámetros: troponina cardíaca elevada, síncope y FC \geq 100		
Escala NEWS2 ⁶ . Se recomienda para monitorizar la detección del deterioro clínico y la necesidad de reperfusión y se ha recomendado en un documento de consenso europeo para su uso en EP-IAR. Incluye 6 parámetros: FR, saturación de oxígeno, temperatura, PAS, FC y nivel de conciencia		
Score aditivo de Bangalore et al ⁷ . Con parámetros clínicos y de imagen, permite predecir el <i>shock</i> normotensivo (PAS \geq 90 con índice cardíaco < 2,2 l/min/m ²) en pacientes con EP-IAR		
PESI ⁸ . Clase I: \leq 65 puntos; Clase II: 66-85 puntos; Clase III: 86-105 puntos; Clase IV: 106-125 puntos; Clase V: > 125 puntos. Puntuación: edad en años, 1 punto por cada año de edad; sexo masculino, 10; cáncer, 30; insuficiencia cardíaca crónica, 10; enfermedad pulmonar crónica, 10; FC \geq 110 lpm, 20; PAS < 100 mmHg, 30; FR > 30 rpm, 20; temperatura < 36 °C, 20; estado mental alterado, 60; saturación arterial < 90%, 20		
sPESI ⁸ . 1 punto si cumple cualquiera de los siguientes parámetros: edad > 80 años, cáncer, insuficiencia cardíaca crónica, PAS < 100 mmHg, saturación arterial < 90%		

EP-IAR: embolia pulmonar de riesgo intermedio-alto; FC: frecuencia cardíaca; FR: frecuencia respiratoria; ITV: integral tiempo velocidad; NT-proBNP: fracción aminoterminal del péptido natriurético cerebral; PAS: presión arterial sistólica; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; TAPSE: desplazamiento sistólico del anillo tricuspídeo; TSVD: tracto de salida del VD; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

^a Adaptado y ampliado del documento de consenso de Pruszczyk et al¹.

^b Criterios que el panel de expertos considera más relevantes.

^c Estos parámetros son obligatorios para considerar una EP-IAR, pero también pueden valorarse cuantitativamente (a mayor troponina o disfunción del VD, mayor riesgo).

requieren monitorización estrecha para poder detectar signos de deterioro precoz, por lo que es conveniente que ingresen en unidades de cuidados intermedios o UCIC. Los pacientes con alto riesgo deben ingresar en una UCIC.

TRATAMIENTO DE LA EMBOLIA PULMONAR

Anticoagulación

Es el pilar del tratamiento de la EP. Se recomienda el tratamiento con heparina de bajo peso molecular o fondaparinux en vez de con heparina no fraccionada (HNF), pues alcanza más rápidas concentraciones terapéuticas y conlleva menos riesgo de trombocitopenia inducida por heparina. Un metanálisis demostró que las EP tratadas inicialmente con heparina de bajo peso molecular tuvieron una reducción de las complicaciones trombóticas, un mejor perfil de seguridad y menor mortalidad que la HNF²¹. La HNF es de elección para pacientes con insuficiencia renal grave (aclaramiento < 30 ml/min), alto riesgo hemorrágico, obesidad mórbida, alto riesgo de deterioro hemodinámico o candidatos a IDC. En contraindicación absoluta se puede valorar el filtro de vena cava (tabla 1 del material adicional).

Reperusión

Definido como el tratamiento dirigido a restaurar rápidamente el flujo pulmonar mediante la reducción de la carga trombótica causante de la sobrecarga de presión del VD, habitualmente en

situaciones de *shock* obstructivo (tabla 1). Este documento parte de las indicaciones de las guías europeas, aunque describimos las principales recomendaciones internacionales en la tabla 2 del material adicional, y resume los tratamientos más habituales, que se exponen a continuación.

Trombolisis sistémica

Las guías recomiendan el tratamiento de reperusión con TS para pacientes con EP-AR, y también como tratamiento de rescate para pacientes con EP-IAR que presentan deterioro hemodinámico una vez anticoagulados. Esta recomendación proviene de estudios antiguos que mezclaban pacientes con EP-AR y EP-IAR y de metanálisis de los mencionados estudios (nivel de evidencia B)^{8,22}.

El fármaco de elección es el activador tisular del plasminógeno recombinante (rtPA) (alteplasa), con estreptocinasa y urocinasa como alternativas. La dosis de alteplasa es de 100 mg en perfusión durante 2 h. Se puede emplear en pacientes muy graves una dosis en bolo de 0,6 mg/kg en 15 min (máximo 50 mg). Si el peso es < 65 kg, la dosis máxima es de 1,5 mg/kg. Las contraindicaciones se resumen en la tabla 3 del material adicional. Existen pautas de TS a dosis reducidas (habitualmente rtPA 0,6 mg/kg, con máximo de 50 mg) que se asocian a un riesgo de sangrado intermedio entre anticoagulación y dosis completa de TS, y están siendo evaluadas prospectivamente en el estudio PEITHO-3^{23,24}.

Se puede administrar la HNF durante la trombolisis con alteplasa, pero si se produce coagulopatía, debe suspenderse y reiniciarse tan pronto como el tiempo de tromboplastina parcial activada sea < 2 s y el fibrinógeno, > 100 mg/dl. En el caso de haberse administrado heparina de bajo peso molecular, la

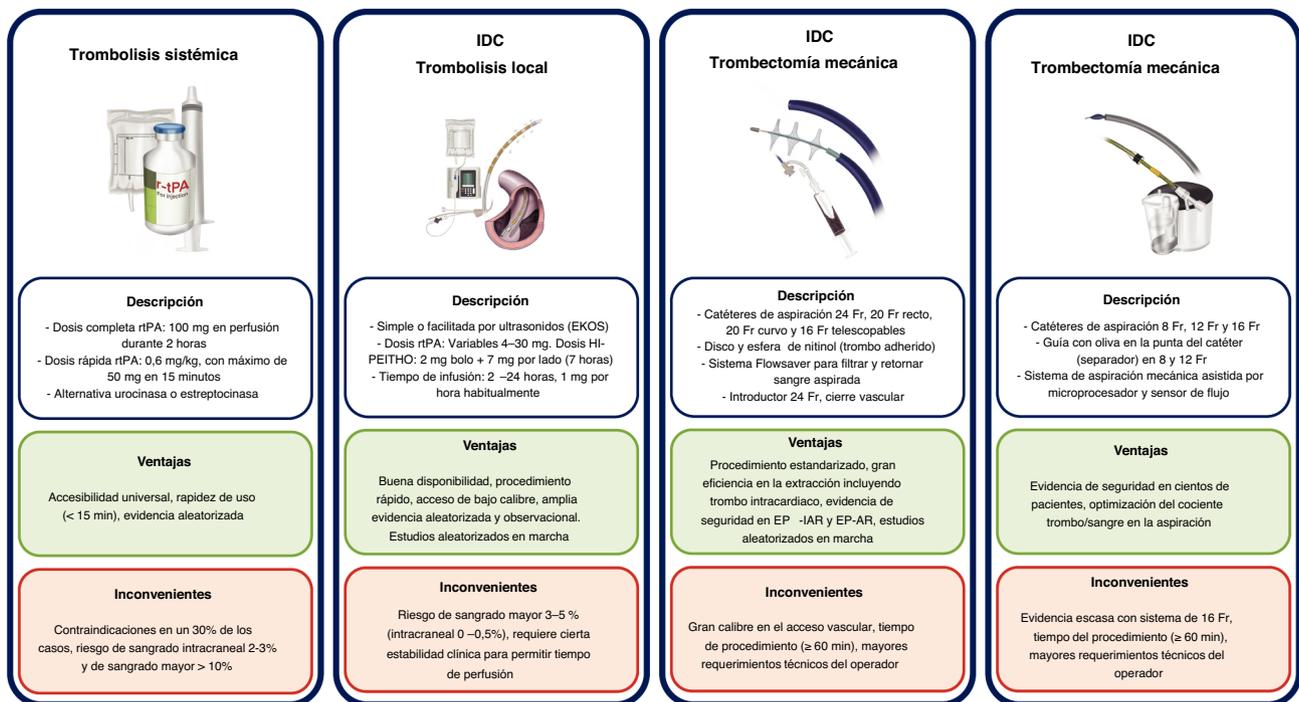


Figura 1. Descripción de tratamientos más habituales para la reperusión en la embolia pulmonar. EP-AR: embolia pulmonar de alto riesgo; EP-IAR: embolia pulmonar de riesgo intermedio-alto; IDC: intervención dirigida por catéter; rtPA: activador tisular del plasminógeno recombinante.

perfusión de HNF no se debe reiniciar hasta pasadas 12 h de la última dosis.

Los criterios de fracaso de la trombolisis²⁵ son la persistencia o empeoramiento de la inestabilidad hemodinámica tras 2–4 h de su administración¹. En este caso, se deben valorar otros tratamientos de reperusión de rescate, como la trombectomía mecánica (TM).

Intervención dirigida por catéter

El uso de técnicas percutáneas para el tratamiento de la EP ha crecido significativamente en los últimos 10 años^{14,26,27}. Se dividen en 2 grupos, la trombolisis local (TL) y la TM, y se resumen en la **figura 1**.

En ambos grupos la punción ecoguiada es imprescindible para optimizar la seguridad y descartar una trombosis venosa. Se recomienda navegar hasta la arteria pulmonar mediante catéter de Swan-Ganz o *pigtail* para un paso central por la válvula tricúspide. Se propone un registro de presiones que incluya la aurícula derecha (valoración de precarga) y la arteria pulmonar, además de saturación inicial y final (o pre-post en TL). Se pueden realizar angiografías de las arterias pulmonares para confirmar el diagnóstico y valorar la anatomía. Se puede considerar una línea arterial para gasometría y control invasivo de la presión arterial, especialmente en pacientes inestables.

Trombolisis local o intrapulmonar

La TS, que es el tratamiento estándar en la EP-AR, se infrutiliza aun en ausencia de contraindicaciones por el alto riesgo de sangrado que conlleva (> 10% de sangrado mayor, incluyendo 2–3% de hemorragia intracraneal). La TL pulmonar, que permite dosis de trombolítico mucho menores y tiempos de infusión más espaciados, se comenzó a usar por la sencillez de la técnica y la menor tasa de sangrados, que permite incluso utilizarla en contraindicaciones relativas de TS²⁸.

Dispositivos. La TL puede administrarse a través de cualquier catéter multiperforado, como el *pigtail*, o catéteres de perfusión, como el Cragg-McNamara (Medtronic, Estados Unidos), que es un catéter multiperforado diseñado para trombolisis periférica que se ha aplicado en EP²⁴. El catéter Bashir (Thrombolex, Estados Unidos) es un dispositivo con cesta distal de nitinol que se expande en el interior del trombo para fisurarlo, mientras se administra trombolítico a bajas dosis. El catéter EKOS Endovascular System (Boston Scientific, Estados Unidos) es un sistema de infusión de trombolítico que incorpora transductores que generan pulsos de ultrasonidos de alta frecuencia y baja energía para cavitarse el trombo y aumentar la superficie de contacto del trombolítico²⁹. Cuenta con mayor nivel de evidencia que sus competidores (ensayos clínicos aleatorizados), si bien no hay suficiente evidencia de superioridad frente a los convencionales²⁴.

Detalles técnicos y evidencia en la literatura. La TL es un procedimiento técnicamente sencillo y accesible. Se pueden posicionar 1 o 2 catéteres en la arteria pulmonar principal o en ambas ramas (lobares inferiores en caso de sistema EKOS)¹⁸. Aunque se han utilizado varios agentes trombolíticos, el rtPA es de elección. Existen diversos regímenes de dosis y tiempo de infusión (dosis absoluta desde 8 a 24 mg administrados entre 4 y 24 h)^{29–32}, y todos ellos han mostrado mejoría de los parámetros de sobrecarga de VD respecto a la situación basal³². No hay evidencia sobre la dosis ideal, por lo que puede ser razonable usar mayores dosis a más carga trombótica y menores dosis a mayor riesgo de sangrado³². El estudio en marcha HI-PEITHO analiza si la TL asistida por ultrasonidos es superior a la anticoagulación en EP-IAR³³.

Se puede valorar repetir el estudio hemodinámico y la angiografía en las primeras 24 h y retirar el sistema mediante vendaje compresivo. Muy raramente es necesario prolongar la infusión de trombolítico. Se recomienda administrar HNF (300–600

Tabla 3

Características de los pacientes con embolia pulmonar candidatos a tratamiento de trombolisis local o intrapulmonar

Buenos candidatos		
EP-AR	EP-IAR (de rescate)	EP-IAR (electivo)
<ul style="list-style-type: none"> • Contraindicación relativa para TS • Contraindicación absoluta para TS si no hay otra opción de tratamiento • Siempre que pueda permitirse demora suficiente para que la TL haga efecto (categoría hipotensión persistente) 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro clínico o hemodinámico según las guías de la ESC con anticoagulación, como alternativa a TS por su mejor perfil de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorar, en pacientes seleccionados con EP-IAR, la IDC electiva si se acumulan varios factores de mal pronóstico (tabla 2), para prevenir el deterioro clínico o hemodinámico • Sin contraindicación absoluta para TS (ajustando dosis y duración en función del riesgo de sangrado)
Precauciones		
<ul style="list-style-type: none"> • Anomalías de vena cava inferior y vena cava superior • Presencia de prótesis biológicas de válvula tricúspide o pulmonar • Presencia de cables de estimulación del VD • Cardiopatías congénitas del lado derecho • Reanimación cardiopulmonar prolongada • Síncope (considere la posibilidad de traumatismo craneal) 		
Contraindicaciones		
<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de acceso venoso • Presencia de prótesis mecánicas de válvula tricúspide o pulmonar • Traumatismo craneal • Sangrado activo • Antecedentes de hemorragia cerebral o neoplasia cerebral activa • Inestabilidad hemodinámica que no permita finalizar el tratamiento con seguridad 		

EP-AR: embolia de pulmón de riesgo alto; EP-IAR: embolia de pulmón de riesgo intermedio-alto; ESC: Sociedad Europea de Cardiología; TL: trombolisis local; TS: trombolisis sistémica; VD: ventrículo derecho.

UI/h con bolo previo) antes del procedimiento y mantenerla hasta 4 h después de la finalización de la TL, con objetivo de tiempo de trombolisis parcial activada < 60 s o tiempo de coagulación activada < 200 s.

La [tabla 3](#) resume las características de los candidatos ideales, precauciones y contraindicaciones para estas técnicas. La evidencia relacionada con la TL se muestra en la [tabla 4](#).

Trombectomía mecánica dirigida por catéter

Es el procedimiento percutáneo que permite la extracción de los trombos de la circulación pulmonar mediante aspiración, y tiene como objetivo restaurar el flujo en las arterias pulmonares y disminuir la sobrecarga del VD de forma menos invasiva que la embolectomía quirúrgica (EQ).

Dispositivos dedicados. Los sistemas de TM disponibles en la actualidad son principalmente dos. El sistema FlowTrievery (Inari Medical, Estados Unidos), con varios catéteres de hasta 24 Fr, un sistema de recuperación, filtrado y retorno de sangre y 2 sistemas autoexpandibles de nitinol que facilitan la extracción de trombo organizado. Se avanza coaxialmente sobre una guía de alto soporte que debe posicionarse lo más distal posible en lobes inferiores. Los sistemas de 8 y 12 Fr Lightning Indigo y de 16 Fr Lightning Flash (Penumbra, Estados Unidos) se conectan a una bomba de succión con un sensor de flujo que permite optimizar la eficacia de aspiración reduciendo la pérdida de sangre. El sistema se moviliza libremente en la anatomía arterial pulmonar. En la [figura 1](#) se describen estos sistemas. La [tabla 5](#) resume las características de los candidatos ideales, las precauciones y las contraindicaciones para esta técnica y en la [tabla 6](#), el resumen de la evidencia sobre TM.

Los dispositivos no dedicados y otros sistemas de trombectomía periférica aplicados a EP se describen en la [tabla 4 del material adicional](#).

Detalles técnicos. El acceso vascular para todos estos procedimientos será una vena femoral, excepto si estuviera trombosada o si el paciente fuera portador de un filtro de vena cava. Una vez obtenido el acceso, se recomienda mantener anticoagulación con HNF para tiempo de coagulación activada 250-300 s.

No existen criterios estandarizados para finalizar el procedimiento de TM. El objetivo de la TM debe ser clínico-hemodinámico, de manera que generalmente no es necesaria una desaparición completa del trombo para conseguir una situación estable. En la [tabla 1](#) se proponen objetivos que se pueden conseguir en muchas ocasiones solo con una recanalización anatómica parcial. El cierre vascular puede realizarse con Perclose Prostyle o FemoStop (Abbott, Estados Unidos), sutura en Z o en 8, o con el sistema FlowStasis incluido con Flowtriever.

Combinación de técnicas. Se pueden usar en secuencia técnicas mecánicas (fragmentación o TM) y farmacológicas (TL). No hay mucha evidencia sistemática más allá de registros³⁹ sobre tratamiento combinado y los ensayos aleatorizados o comparación entre técnicas. Hay registros de TM con un uso residual de trombolíticos (el 2,3% en FLASH)¹⁶. Sin embargo, en el registro español se usaron en un 23,3% de los casos²⁶. Teóricamente, la combinación de técnicas sería complementaria, de modo que la TM podría conseguir una mejoría hemodinámica y respiratoria inmediata, al eliminar trombos proximales de gran tamaño, mientras que la TL buscaría la resolución total del trombo, actuando en las ramas de menor calibre. Sin embargo, esta estrategia podría incrementar el riesgo de sangrado al combinar un acceso vascular de gran calibre con terapia trombolítica. En los casos en que se utilice (especialmente en la TM como rescate de TL o TS), es crucial la seguridad del acceso vascular (punción ecoguiada, micropunción).

Actualmente, el tratamiento combinado no es de elección en la IDC, sino que se reserva como rescate. Es fundamental seleccionar de inicio la técnica adecuada de manera individualizada para maximizar el beneficio y minimizar las complicaciones, teniendo en cuenta la experiencia y los recursos locales ([figura 1](#) y [figura 2](#)).

Tabla 4

Evidencia de los dispositivos de trombolisis local o intrapulmonar y diferentes técnicas de intervención dirigida por catéter

Estudio	Población	tOP	Intervención	Eficacia (OP)	Seguridad	NCT
Estudios aleatorizados						
ULTIMA ²⁹	EP-IAR, 59 pacientes	24 h	USAT frente a heparina	Reducción VD/VI 0,30 frente a 0,03 (p < 0,001)	0 muerte 0 HM	NCT01166997
Kroupa et al. ³⁰	EP-IAR 23 pacientes	48 h	TL frente a heparina	Reducción VD/VI 0,88 frente a 1,42 (p = 0,01)	0 muerte 0 HM	–
CANARY ³¹	EP-IAR 94 pacientes*	3 meses	TL frente a heparina	Reducción VD/VI 0,7 frente a 0,8 (p = 0,01)	3 muertes (heparina) 1 HM (TL)	NCT05172115
SUNSET sPE ³⁴	EP-IAR 82 pacientes	48 h	USAT frente a TL convencional	Reducción de trombo por TC (sin diferencias, p = 0,76)	1 muerte (USAT) 2 HM (USAT)	NCT02758574
HI-PEITHO ³³	EP-IAR 406 pacientes	7 d	USAT frente a heparina	MAE	Inclusión activa de pacientes	NCT04790370
Estudios observacionales						
Seattle II ³⁵	EP-AR (21%) EP-IAR (79%) 150 pacientes	48 h	USAT	Reducción VD/VI 0,42 ± 0,36	2,7% muerte 30 días 10% HM 30 días	NCT01513759
Registro Español de IDC ²⁶	EP-AR (37%) EP-IAR (63%) 253 pacientes	Ingreso	TL 71% TM 53% Ambas 23%	Éxito del procedimiento 91%	Mortalidad 37,6% EP-AR 2,5% EP-IAR	NCT06348459
Portero et al. ¹⁸	EP-AR (11%) EP-IAR (89%) 65 pacientes	48 h	TL + aspiración + fragmentación (estrategia farmacomecánica)	Éxito del procedimiento 90%	2 muertes 2 HM	–
Knocout PE ¹⁵	EP-IAR 489 pacientes	72 h	USAT	–	1% muerte 30 días 1,7% HM 72 h	–
Metanálisis						
Zhang et al. ³⁶	EP-IAR y EP-AR 81 705 pacientes	–	Metanálisis heparina, TS, TL	TL menos mortalidad que con heparina OR = 0,55 (IC95%, 0,39-0,80) TS > mortalidad que TL OR = 2,05 (IC95%, 1,46-2,89)	TL = HIC que heparina OR = 1,51 (IC95%, 0,75-3,04) ST > HIC que TL OR = 1,50 (IC95%, 1,13-1,99)	–

EP-AR: embolia de pulmón de riesgo alto; EP-IAR: embolia de pulmón de riesgo intermedio-alto; HIC: hemorragia intracraneal; HM: hemorragia mayor; IDC: intervención dirigida por catéter; MAE: eventos adversos mayores; NCT: identificador en clinicaltrials.gov; TC: tomografía computarizada; tOP: tiempo a la evaluación del objetivo principal (OP); TL: trombolisis local; USAT: trombolisis local asistida por ultrasonidos; VD/VI: cociente de los diámetros del ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo.

* La inclusión de pacientes fue interrumpida precozmente.

Tabla 5

Características de los pacientes con embolia pulmonar candidatos a tratamiento de trombectomía mecánica o con catéter

Buenos candidatos		
EP-AR	EP-IAR (de rescate)	EP-IAR (electivo)
<ul style="list-style-type: none"> • Contraindicación para TS • Sin contraindicación para TS, pero con alto riesgo de sangrado con TS (escala BACS³⁷) • TS o TL fallida 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro clínico o hemodinámico según las guías de la ESC en anticoagulación como alternativa a TS por su mejor perfil de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorar, en pacientes seleccionados con EP-IAR, la IDC electiva si se acumulan varios factores de mal pronóstico (tabla 2) para prevenir el deterioro clínico o hemodinámico
Precauciones		
<ul style="list-style-type: none"> • Anomalías en vena cava inferior y vena cava superior • Presencia de prótesis biológicas de válvula tricúspide o pulmonar • Radiación torácica previa (mayor riesgo de perforación) • Presencia de cables de estimulación del VD • Cardiopatías congénitas del lado derecho • Hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (trombo agudo sobre crónico) • Presencia de filtro de cava inferior • Trombo en tránsito y foramen oval permeable • Evitar acceso a ramas distales con dispositivos de gran calibre • Vigilar la cantidad de sangre durante la extracción. Solicitar pruebas cruzadas 		
Contraindicaciones		
<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de acceso venoso • Presencia de prótesis mecánicas de válvula tricúspide o pulmonar • Metástasis pulmonares diseminadas • Sangrado activo que contraindique anticoagulación con heparina sódica durante el procedimiento • Trombo de localización periférica 		

EP-AR: embolia de pulmón de riesgo alto; EP-IAR: embolia de pulmón de riesgo intermedio-alto; ESC: Sociedad Europea de Cardiología; TL: trombolisis local; TS: trombolisis sistémica; VD: ventrículo derecho.

Tabla 6

Evidencia sobre los dispositivos de trombectomía mecánica percutánea

Estudio	Población	tOP	Descripción	Eficacia	Seguridad	NCT
FlowTriever						
FLARE ¹⁹	EP-IR 106 pacientes	48 h	Estudio brazo único Fibrinólisis 2%	Reducción VD/VI 0,38	3,8% MAE 1% HM 0% HIC	NCT02692586
FLAME ³⁸	EP-AR 115 pacientes	Ingreso	Observacional. FlowTriever frente a médico (TS 68,9%) frente a <i>performance goal</i>	Combinado MAE 17 frente a 32% (p < 0,01) Flowtriever frente a <i>performance goal</i>	Mortalidad, 1,9% Flowtriever 29,5% Médico	NCT04795167
FLASH ¹⁶	EP-AR (8%) EP-IAR (77%) 800 pacientes	48 h	Observacional. Fibrinólisis 2,3%	Reducción PAP 7,6 mmHg Reducción VD/VI 0,25	1,8% MAE 48 h 0,3% Muerte 48 h	NCT03761173
PEERLESS	EP-IR 550 pacientes	7 días	Aleatorizado FlowTriever frente a TL	Combinado MAE 7 días	Completada la inclusión	NCT05111613
PEERLESS 2	EP-IAR 1.200 pacientes	30 días	Aleatorizado FlowTriever frente a heparina	Combinado MAE 30 días	Inclusión activa de pacientes	NCT06055920
Indigo Penumbra						
EXTRACT-PE ²⁰	EP-IR 119 pacientes	48 h	Estudio brazo único Indigo 8 Fr	Reducción VD/VI 0,43	1,7% MAE 48 h 0,8% Muerte 48 h	NCT03218566
STORM-PE	EP-IAR 100 pacientes	48 h	Aleatorizado Indigo 12 Fr frente a heparina	Reducción VD/VI	Inclusión activa de pacientes	NCT05684796
STRIKE-PE	EP-IAR 600 pacientes	48 h	Estudio brazo único Lightning 12 y 16 Fr frente a heparina	Reducción VD/VI	Inclusión activa de pacientes	NCT04798261

EP-AR: embolia de pulmón de riesgo alto; EP-IAR: embolia de pulmón de riesgo intermedio-alto; EP-IR: embolia de pulmón de riesgo intermedio; HIC: hemorragia intracraneal; HM: hemorragia mayor; MAE: eventos adversos mayores; NCT: identificador en www.clinicaltrials.gov; PAP: presión media de arteria pulmonar; tOP: tiempo a la evaluación del objetivo principal (OP); TS: trombolisis local; VD/VI: cociente de los diámetros del ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo.

Embolectomía quirúrgica

Los resultados de la EQ dependen de la situación del paciente y de la experiencia del centro; la mortalidad hospitalaria varía del 0 al 8% de los pacientes con hipotensión y del 22 al 44% de los pacientes con parada cardíaca^{40,41}. No hay estudios aleatorizados, pero llama la atención que las guías establezcan la EQ como la primera alternativa de reperfusión para pacientes con contraindicación o fallo de la fibrinólisis, con una recomendación de clase

I C si se dispone del recurso y los equipos son expertos. En la mayoría de los centros terciarios no existen condiciones óptimas para la EQ urgente las 24 h del día, mientras que sí las hay para el IDC de la EP aguda^{26,28}, que es la alternativa real a la TS. La EQ puede considerarse un tratamiento de rescate, tanto en la EP-AR como en la EP-IAR en caso de deterioro hemodinámico y contraindicación o fracaso de otras alternativas^{8,24,28} y, quizás, en presencia de trombo en tránsito que involucren el foramen oval permeable (figura 1 del material adicional).

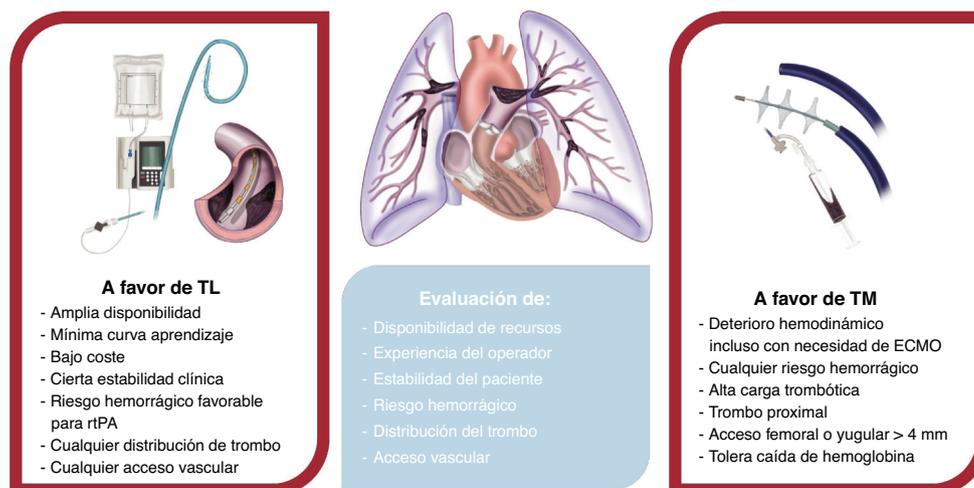


Figura 2. Selección de modalidad de intervención dirigida por catéter. ECMO: oxigenador extracorpóreo de membrana; rtPA: activador tisular del plasminógeno recombinante; TL: trombolisis local; TM: trombectomía mecánica.

SOPORTE PERIPROCEDIMIENTO

Soporte respiratorio

Se debe realizar una monitorización continua de la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría. Se debe mantener una oxemia adecuada (presión arterial de oxígeno > 80 mmHg y saturación de oxígeno > 90%) mediante gafas nasales, reservorio, cánulas nasales de alto flujo y ventilación mecánica no invasiva o invasiva, según las recomendaciones de la [tabla 7](#) y la [figura 3](#)^{27,42,43}.

Soporte hemodinámico

Se debe realizar una monitorización continua de constantes vitales (presión arterial, frecuencia cardíaca y electrocardiograma), además de los parámetros del cateterismo derecho. Tras el procedimiento es recomendable mantener la monitorización al

menos 24 h en EP-IAR y 48 h en EP-AR. Se aconseja realizar un ecocardiograma inmediatamente después del procedimiento y a las 24 h. En caso de hipotensión, se recomiendan las medidas incluidas en la [tabla 7](#), la [tabla 5 del material adicional](#) y la [figura 4](#)^{8,42,44,45}.

Abordaje de las complicaciones específicas del procedimiento

Aunque la IDC es un procedimiento seguro en comparación con la TS, no está exento de complicaciones⁴⁶. Las más frecuentes son las complicaciones hemorrágicas, generalmente leves, relacionadas con el acceso vascular en el contexto de anticoagulación. En el infrecuente caso de perforación iatrogénica del árbol arterial pulmonar, puede haber desde expectoración hemoptoica leve y autolimitada hasta hemoptisis masiva con deterioro hemodinámico y respiratorio. El tratamiento de estos pacientes exige revertir la anticoagulación, ocluir la rama afectada con balón y localizar mediante angiografía pulmonar el punto de sangrado para hacer

Tabla 7
Asistencia respiratoria y hemodinámica periprocedimiento y en las unidades de cuidados intensivos de los pacientes con embolia pulmonar

Medida	Indicación	Objetivo	Riesgos	Uso práctico
Asistencia respiratoria	<ul style="list-style-type: none"> Hipoxemia, hipercapnia y acidosis producen de manera independiente vasoconstricción pulmonar, y si coexisten, su efecto es sinérgico 	<ul style="list-style-type: none"> Saturación de oxígeno > 90% Presión arterial de oxígeno > 80 mmHg 	El abordaje de los pacientes con deterioro respiratorio debe ser gradual evitando la ventilación con presión positiva, que conlleva 3 veces más mortalidad	Oxigenoterapia convencional (gafas nasales, oxígeno reservorio) Gafas nasales de alto flujo: hasta 60 l/min y FiO ₂ 100%. Conserva la precarga del ventrículo derecho Ventilación mecánica no invasiva. Conserva la precarga del ventrículo derecho Ventilación mecánica invasiva (figura 3)
Soporte farmacológico	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el fallo multiorgánico en caso de hipotensión 	<ul style="list-style-type: none"> Presión arterial media ≥ 65 mmHg Lactato < 2 mmol/l 	Los pacientes que requieren soporte farmacológico tienen más mortalidad hospitalaria	Véase la figura 4 y la tabla 5 del material adicional
Asistencia circulatoria	<ul style="list-style-type: none"> Shock con deterioro hemodinámico grave Parada cardiorrespiratoria 	El determinante más importante para obtener buenos resultados en caso de que los pacientes requieran asistencia mecánica es elegir el momento apropiado para evitar un daño orgánico irreversible	Las complicaciones más frecuentes suelen ser las hemorrágicas del acceso vascular, sobre todo en caso de fibrinólisis previa	La evidencia sobre el ECMO venoarterial proviene de casos y estudios observacionales. Véase la tabla 5 del material adicional

ECMO: oxigenador extracorpóreo de membrana; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno.

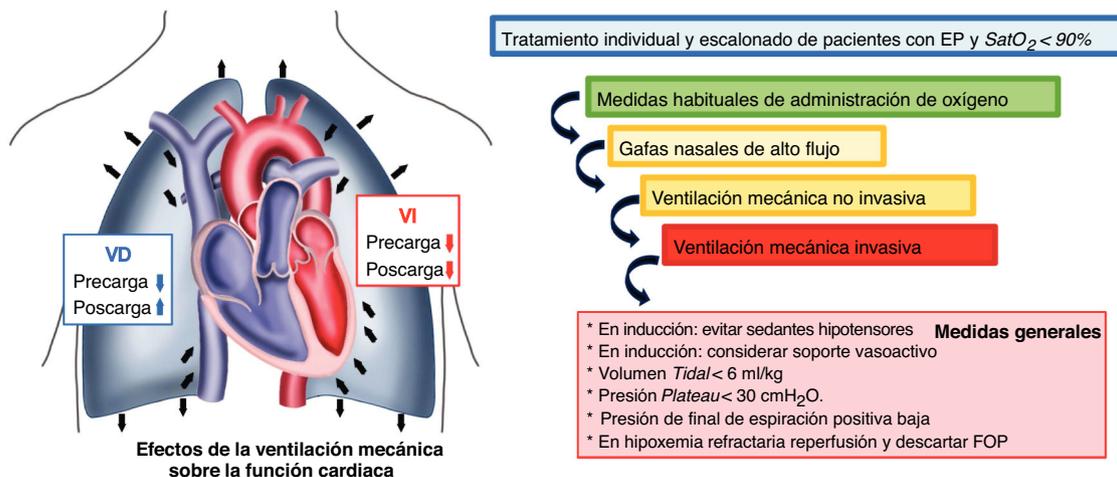


Figura 3. Abordaje de la hipoxemia en los pacientes con embolia pulmonar ingresados en la unidad de cuidados intensivos y efectos de la ventilación mecánica en la función cardíaca. Modificado de Arrigo et al.⁴². EP: embolia pulmonar; FOP: foramen oval permeable; SatO₂: saturación de oxígeno; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

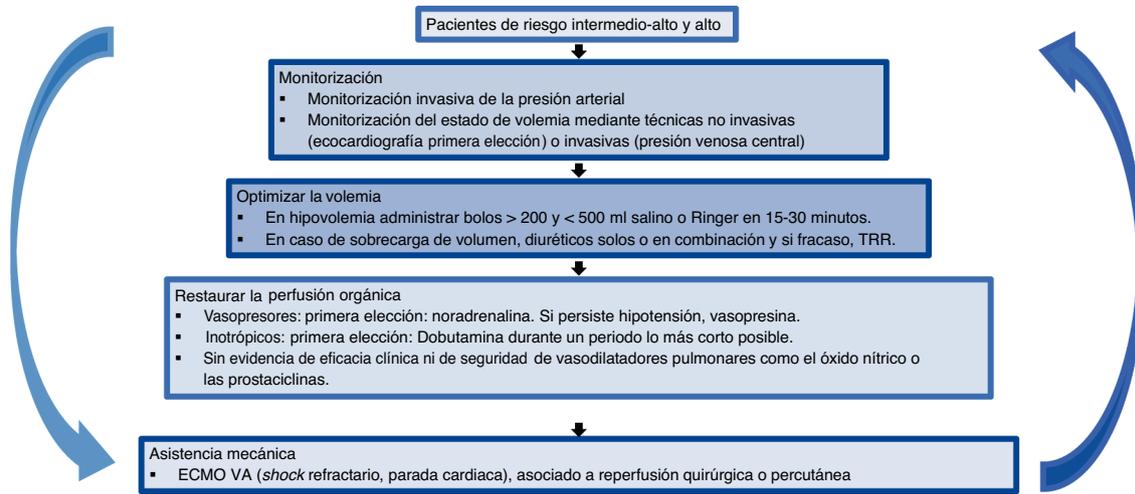


Figura 4. Atención integral a la insuficiencia del ventrículo derecho en los pacientes con EP. ECMO VA: oxigenador extracorpóreo de membrana venoarterial; EP: embolia pulmonar; PA: presión arterial; TRR: tratamiento de remplazo renal.

hemostasia mecánica intravascular (inflados prolongados de balón, embolización, etc.). En casos amenazantes, será necesaria la intubación orotraqueal con tubo de doble luz para aislar el pulmón sangrante y permitir la completa ventilación del pulmón contralateral.

Otras complicaciones muy infrecuentes pero graves son la perforación del VD, el daño de la válvula tricúspide y la embolia paradójica en pacientes con foramen oval.

llevar a cabo un PERT. Es recomendable la existencia de protocolos locales y regionales para la toma de decisiones. La figura 5 muestra el algoritmo de abordaje integrado propuesto, basado en la evidencia y el consenso del panel de expertos, que representa la práctica clínica actual en nuestros centros. La tabla 6 del material adicional describe el abordaje de situaciones especiales (embarazo, parada cardiaca, posoperatorio, paciente oncológico y trombo en cavidades derechas).

ALGORITMO DE ABORDAJE DE LA EMBOLIA PULMONAR GRAVE

Las guías de práctica clínica recomiendan que el tratamiento de la EP aguda se base en la estratificación inicial del riesgo⁸, que debe

Alto riesgo

La mortalidad precoz relacionada con la EP-AR supera el 15%, concentrada en las primeras horas de ingreso⁴⁷. Por ello, el

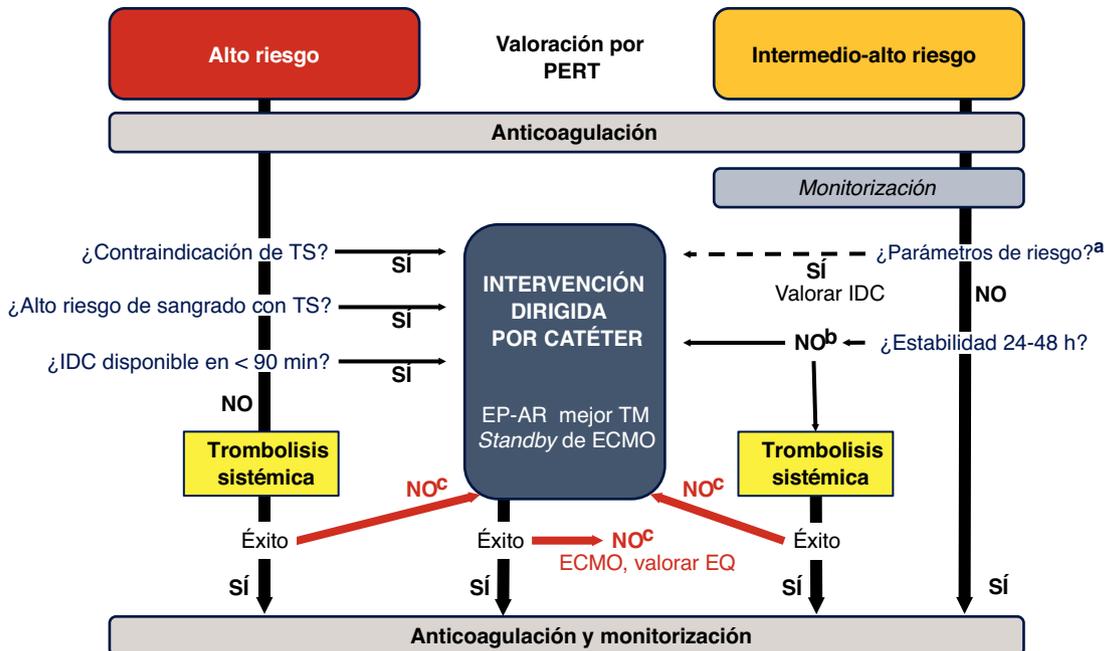


Figura 5. Figura central. Algoritmo de abordaje de la embolia pulmonar según el consenso de expertos. ECMO: oxigenador extracorpóreo de membrana; EP-AR: embolia pulmonar de alto riesgo; EQ: embolectomía quirúrgica; IDC: intervención dirigida por catéter; PERT: equipo de respuesta a la embolia pulmonar; TM: tromboectomía mecánica; TS: trombolisis sistémica.

^aParámetros asociados con shock normotensivo o mortalidad $\geq 10\%$ (tabla 2).
^bValorar, como en EP-AR: contraindicación de TS, alto riesgo de sangrado con TS y disponibilidad de IDC.
^cEvaluar en 2-4 h.

tratamiento de reperfusión urgente está recomendado, con TS como tratamiento de elección⁸, aunque la evidencia es escasa. La TM es una técnica en auge por su seguridad y eficacia (la TM fue mejor que el brazo de control de tratamiento médico incluyendo TS, con mortalidad hospitalaria del 1,9% en el estudio FLAME³⁸). Actualmente la TM está indicada por contraindicación, o tras el fracaso, de la fibrinólisis⁸, si bien la opinión del panel de expertos es que podría tener relevancia también en casos de alto riesgo de sangrado con TS, valorado mediante la escala BACS³⁷. Si se indica la TM en este contexto, es razonable realizarla en un máximo de 60 min desde la decisión si el paciente se encuentra en un centro con posibilidad de TM o en 90 min si es necesario el traslado a un centro de referencia (tabla 1)¹. Además, se debe asegurar el adecuado soporte respiratorio y hemodinámico en todo momento. La TL podría recomendarse en casos seleccionados si no se dispone de TM (tabla 3).

Riesgo intermedio-alto

En la EP-IAR la anticoagulación sin tratamiento de reperfusión es suficiente para la mayoría de los pacientes, aunque los normotensos con elevado riesgo de deterioro hemodinámico requieren una monitorización estrecha⁸, ya que un porcentaje tendrá deterioro hemodinámico y requerirá reperfusión (mortalidad aproximada del 10% con tratamiento médico). Con los datos actuales, la mortalidad asociada a IDC en este escenario es < 3%^{15–20,26}, por lo que este panel de expertos propone valorar, para pacientes seleccionados con EP-IAR, la IDC electiva si se acumulan varios factores de mal pronóstico para prevenir este deterioro clínico. Los pacientes con EP-IAR candidatos a reperfusión electiva serían los que cumplen varios criterios de la tabla 2; de especial relevancia son el síncope, el lactato elevado, la presión arterial límite y la frecuencia cardíaca elevada.

En estos pacientes, el primer tratamiento será la anticoagulación, y la terapia de reperfusión electiva se valorará durante las primeras 24–48 h (tabla 1). El PERT debe hacer un plan individualizado que considere el tratamiento inicial, las alternativas y la logística necesaria para la reperfusión, incluida la IDC⁴⁷.

SEGUIMIENTO AL ALTA DE LA EP AGUDA

Estudio de comorbilidades protrombóticas

La distinción entre comorbilidades transitorias y permanentes, mayores y menores, condiciona el riesgo de recurrencia y la necesidad de anticoagulación oral crónica tras una EP (tabla 7 del material adicional)^{8,48}.

Tras una EP se debe mantener la anticoagulación un mínimo de 3 meses. A partir de ese momento, el tratamiento depende del riesgo de recurrencia, el riesgo de sangrado y las preferencias del paciente. Las recomendaciones aceptadas (independientes de un eventual diagnóstico de trombofilia)⁴⁸, son:

- Suspender la anticoagulación 3 meses tras un primer episodio de EP provocada por un factor de riesgo transitorio mayor y resuelto.
- Anticoagulación indefinidamente en caso de un factor de riesgo permanente mayor.
- Anticoagulación indefinidamente para los varones con EP idiopática, por riesgo de recurrencia intermedio entre los grupos anteriores.
- Estudios adicionales (tabla 8 del material adicional) para decidir si se mantiene la anticoagulación en: mujeres con EP idiopática, EP secundaria a un factor de riesgo transitorio, menor y resuelto, pacientes que desean suspender la anticoagulación y pacientes con relación riesgo/beneficio incierta para una anticoagulación por tiempo indefinido.

Cribado de la enfermedad tromboembólica pulmonar crónica

Muchos pacientes presentan disnea persistente a los 3 meses de una anticoagulación tras EP⁴⁹. El cribado de ETEC e hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (HPTEC) tiene implicaciones pronósticas y terapéuticas.

La ETEC se caracteriza por disnea de esfuerzo, defectos de perfusión persistentes en la gammagrafía de ventilación/perfusión, presiones pulmonares normales en reposo e hipertensión pulmonar al esfuerzo. Su incidencia real no se conoce. El cribado debe incluir prueba de esfuerzo cardiopulmonar, además de ecocardiograma y gammagrafía pulmonar. La confirmación requiere cateterismo de reposo y esfuerzo^{49,50}.

La HPTEC exige, además, hipertensión arterial pulmonar confirmada en cateterismo cardíaco derecho de reposo. Obliga a anticoagulación de por vida. El tratamiento consiste en tromben-darterectomía pulmonar o angioplastia de arterias pulmonares, además de tratamiento vasodilatador pulmonar específico⁵⁰.

¿Influye la reperfusión en la enfermedad tromboembólica pulmonar crónica?

La incidencia de HPTEC tras EP aguda varía entre el 2 y el 5% según estudios observacionales, y se desconoce el porcentaje de pacientes en que se desarrolla ETEC tras una EP aguda. Aunque estudios pequeños apuntan a que la TS puede reducir el riesgo de HPTEC, el seguimiento a 3 años de 706 pacientes del estudio PEITHO demostró tasas similares de HPTEC entre TS y anticoagulación (el 2,1 frente al 3,2%; $p = 0,79$)⁵¹. Los estudios con TL han demostrado mayor reducción a corto plazo de la presión sistólica pulmonar^{35,39}, igualándose con el grupo de anticoagulación en el seguimiento. No hay estudios aleatorizados que comparen la presión pulmonar en el seguimiento de pacientes que persisten sintomáticos tras EP aguda sometidos a TS o IDC. Por tanto, no hay evidencia suficiente para afirmar que la reperfusión reduce el riesgo de HPTEC en pacientes con EP aguda comparada con la anticoagulación.

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO Y OPERADOR EXPERTO EN EMBOLIA PULMONAR

Se requiere coordinación entre los actores mediante un PERT con protocolos adaptados a los recursos locales para estratificar el riesgo y un tratamiento personalizado, con necesidad de servicios ininterrumpidos todo el año. La utilidad de la cirugía cardíaca está en debate; se ha propuesto tener un centro de referencia con cirugía cardiotorácica disponible para derivaciones urgentes desde un PERT sin este recurso. Se propone extender modelos regionales como Código Infarto o Ictus a la EP, para mejorar la atención coordinada y eficaz (tabla 1).

Requisitos del operador

La IDC en pacientes con EP no está exenta de riesgos; la pericia del cardiólogo intervencionista en el acceso vascular seguro, la navegación en el corazón derecho y el implante de ECMO es crucial. El conocimiento del paciente agudo, las opciones terapéuticas y los dispositivos específicos son esenciales. La concentración inicial de experiencia en pocos operadores y estandarizar el procedimiento pueden mejorar los resultados, aunque se recomienda difundir esta experiencia en el equipo para ocasionales situaciones de emergencia.

CONCLUSIONES

Este documento resume los aspectos más relevantes del abordaje de la EP-AR y EP-IAR desde el punto de vista de la cardiología y con especial atención a las técnicas percutáneas y de soporte periprocedimiento. Donde la evidencia clínica es escasa se aporta la opinión del panel de expertos. Un protocolo diagnóstico-terapéutico multidisciplinario, el abordaje sistemático con estratificación del riesgo, la anticoagulación precoz y una monitorización adecuada, así como la implementación de nuevas estrategias terapéuticas basadas en la evidencia, contribuirán a mejorar el pronóstico de los pacientes con embolia de pulmón.

FINANCIACIÓN

Ningún autor recibió financiación por su contribución a la redacción del manuscrito. Las ilustraciones se realizaron gracias a una beca no condicionada de Palex Medical.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se han utilizado programas de inteligencia artificial.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

P. Salinas: administración del proyecto, conceptualización, metodología, supervisión, redacción de manuscrito original, revisión del manuscrito. R. Martín-Asenjo: supervisión, administración del proyecto, redacción de manuscrito original, revisión del manuscrito. A.B. Cid Álvarez, J. Martín Moreiras: administración del proyecto, adquisición de fondos, redacción de manuscrito original, revisión del manuscrito. P. Jorge Pérez, A. Viana-Tejedor: administración del proyecto, redacción de manuscrito original, revisión del manuscrito. M.E. Vázquez-Álvarez, A. Jurado-Román, M. Juárez, M. Corbi-Pascual, M. Velázquez Martín, J. Jiménez-Mazuecos, S.O. Rosillo Rodríguez, V. Ruiz Quevedo y M. Lázaro: redacción del manuscrito original y revisión del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

P. Salinas declara honorarios por conferencias y gastos de viajes a conferencias de Inari Medical y Mercé Electromedicina y honorarios por conferencias de Boston Scientific. Los demás autores no declaran conflictos de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el diseño de las ilustraciones al Dr. Manuel Díaz y las imágenes proporcionadas por la Dra. Antonia Delgado en la figura 1 del material adicional.

ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2024.09.006>.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pruszczyk P, Klok FA, Kucher N, et al. Percutaneous treatment options for acute pulmonary embolism: a clinical consensus statement by the ESC Working Group on Pulmonary Circulation and Right Ventricular Function and the European

- Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *EuroIntervention*. 2022;18:e623–e638.
- Bova C, Sanchez O, Prandoni P, et al. Identification of intermediate-risk patients with acute symptomatic pulmonary embolism. *Eur Respir J*. 2014;44:694–703.
 - Vanni S, Jiménez D, Nazerian P, et al. Short-term clinical outcome of normotensive patients with acute PE and high plasma lactate. *Thorax*. 2015;70:333–338.
 - Freitas P, Santos AR, Ferreira AM, et al. Derivation and external validation of the SHIELD score for predicting outcome in normotensive pulmonary embolism. *Int J Cardiol*. 2019;281:119–124.
 - Lankeit M, Friesen D, Schäfer K, Hasenfuß G, Konstantinides S, Dellas C. A simple score for rapid risk assessment of non-high-risk pulmonary embolism. *Clin Res Cardiol*. 2013;102:73–80.
 - Rodríguez C, Muriel A, Carrasco L, et al. National Early Warning Score-2 for Identification of Patients with Intermediate-High-Risk Pulmonary Embolism. *Semin Thromb Hemost*. 2023;49:716–724.
 - Bangalore S, Horowitz JM, Beam D, et al. Prevalence and Predictors of Cardiogenic Shock in Intermediate-Risk Pulmonary Embolism: Insights from the FLASH Registry. *JACC Cardiovasc Interv*. 2023;16:958–972.
 - Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2020;41:543–603.
 - Dudzinski DM, Piazza G. Multidisciplinary Pulmonary Embolism Response Teams. *Circulation*. 2016;133:98–103.
 - Rivera-Lebron B, McDaniel M, Ahrar K, et al. Diagnosis, Treatment and Follow Up of Acute Pulmonary Embolism: Consensus Practice from the PERT Consortium. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2019;25:1076029619853037.
 - Jiménez D, Bikdeli B, Quezada A, et al. Hospital volume and outcomes for acute pulmonary embolism: multinational population based cohort study. *BMJ*. 2019;366:l4416.
 - Rosovsky R, Chang Y, Rosenfield K, et al. Changes in treatment and outcomes after creation of a pulmonary embolism response team (PERT), a 10-year analysis. *J Thromb Thrombolysis*. 2019;47:31–40.
 - Ramos-López N, Ferrera C, Luque T, et al. Impact of a pulmonary embolism response team initiative on hospital mortality of patients with bilateral pulmonary embolism. *Med Clin (Barc)*. 2023;160:469–475.
 - Real C, Salinas P. Reperfusion therapies in patients with intermediate and high-risk pulmonary embolism: insights from a multicenter registry. *REC: Interv Cardiol*. 2024;6:172–181.
 - Sterling KM, Goldhaber SZ, Sharp ASP, et al. Prospective Multicenter International Registry of Ultrasound-Facilitated Catheter-Directed Thrombolysis in Intermediate-High and High-Risk Pulmonary Embolism (KNOCOUT PE). *Circ Cardiovasc Interv*. 2024;17:e013448.
 - Toma C, Jaber WA, Weinberg MD, et al. Acute outcomes for the full US cohort of the FLASH mechanical thrombectomy registry in pulmonary embolism. *EuroIntervention*. 2023;18:1201–1212.
 - Leiva O, Alviar C, Khandhar S, et al. Catheter-based therapy for high-risk or intermediate-risk pulmonary embolism: death and re-hospitalization. *Eur Heart J*. 2024;45:1988–1998.
 - Portero-Portaz JJ, Córdoba-Soriano JG, Gallardo-López A, Gutiérrez-Díez A, Melehi El-Assali D, Jiménez-Mazuecos JM. Results of catheter-directed therapy in acute pulmonary embolism. *Rev Esp Cardiol*. 2020;73:953–954.
 - Tu T, Toma C, Tapson VF, et al. A Prospective, Single-arm, Multicenter Trial of Catheter-directed Mechanical Thrombectomy for Intermediate-risk Acute Pulmonary Embolism: The FLARE Study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12:859–869.
 - Sista AK, Horowitz JM, Tapson VF, et al. Indigo Aspiration System for Treatment of Pulmonary Embolism: Results of the EXTRACT-PE Trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14:319–329.
 - Erkens PM, Prins MH. Fixed dose subcutaneous low molecular weight heparins versus adjusted dose unfractionated heparin for venous thromboembolism. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;CD001100.
 - Marti C, John G, Konstantinides S, et al. Systemic thrombolytic therapy for acute pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2015;36:605–614.
 - Amini S, Bakhshandeh H, Mosaed R, Abtahi H, Sadeghi K, Mojtahedzadeh M. Efficacy and Safety of Different Dosage of Recombinant Tissue-type Plasminogen Activator (rt-PA) in the Treatment of Acute Pulmonary Embolism: A Systematic Review and Meta-analysis. *Iran J Pharm Res*. 2021;20:441–454.
 - Göttinger F, Lauder L, Sharp ASP, et al. Interventional therapies for pulmonary embolism. *Nat Rev Cardiol*. 2023;20:670–684.
 - Meneveau N, Séronde MF, Blonde MC, et al. Management of unsuccessful thrombolysis in acute massive pulmonary embolism. *Chest*. 2006;129:1043–1050.
 - Salinas P, Vázquez-Álvarez ME, Salvatella N, et al. Catheter-directed therapy for acute pulmonary embolism: results of a multicenter national registry. *Rev Esp Cardiol*. 2024;77:138–147.
 - Sedhom R, Megaly M, Elbadawi A, et al. Contemporary National Trends and Outcomes of Pulmonary Embolism in the United States. *Am J Cardiol*. 2022;176:132–138.
 - Kopeć G, Araszkiwicz A, Kurzyna M, et al. Role of catheter-directed therapies in the treatment of acute pulmonary embolism. Expert opinion of the Polish PERT Initiative, Working Group on Pulmonary Circulation, Association of Cardiovascular Interventions, and Association of Intensive Cardiac Care of the Polish Cardiac Society. *Kardiol Pol*. 2023;81:423–440.

29. Kucher N, Boekstegers P, Müller OJ, et al. Randomized, controlled trial of ultrasound-assisted catheter-directed thrombolysis for acute intermediate-risk pulmonary embolism. *Circulation*. 2014;129:479–486.
30. Kroupa J, Buk M, Weichet J, et al. A pilot randomised trial of catheter-directed thrombolysis or standard anticoagulation for patients with intermediate-high risk acute pulmonary embolism. *EuroIntervention*. 2022;18:e639–e646.
31. Sadeghipour P, Jenab Y, Moosavi J, et al. Catheter-directed Thrombolysis vs Anticoagulation in Patients with Acute Intermediate-high-risk Pulmonary Embolism: The CANARY Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*. 2022;7:1189–1197.
32. Tapson VF, Sterling K, Jones N, et al. A Randomized Trial of the Optimum Duration of Acoustic Pulse Thrombolysis Procedure in Acute Intermediate-risk Pulmonary Embolism: The OPTALYSE PE Trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2018;11:1401–1410.
33. Klok FA, Piazza G, Sharp ASP, et al. Ultrasound-facilitated, catheter-directed thrombolysis vs anticoagulation alone for acute intermediate-high-risk pulmonary embolism: Rationale and design of the HI-PEITHO study. *Am Heart J*. 2022;251:43–53.
34. Avgerinos ED, Jaber W, Lacomis J, et al. Randomized Trial Comparing Standard Versus Ultrasound-assisted Thrombolysis for Submassive Pulmonary Embolism: The SUNSET sPE Trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14:1364–1373.
35. Piazza G, Hohlfelder B, Jaff MR, et al. A Prospective, Single-arm, Multicenter Trial of Ultrasound-facilitated, Catheter-directed, Low-dose Fibrinolysis for Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism: The SEATTLE II Study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8:1382–1392.
36. Zhang RS, Maqsood MH, Sharp ASP, et al. Efficacy and Safety of Anticoagulation, Catheter-directed Thrombolysis, or Systemic Thrombolysis in Acute Pulmonary Embolism. *JACC Cardiovasc Interv*. 2023;16:2644–2651.
37. Jara-Palomares L, Jiménez D, Bikdeli B, et al. Derivation and validation of a clinical prediction rule for thrombolysis-associated major bleeding in patients with acute pulmonary embolism: the BACS score. *Eur Respir J*. 2020;2002336.
38. Silver MJ, Gibson CM, Giri J, et al. Outcomes in High-Risk Pulmonary Embolism Patients Undergoing FlowTrierer Mechanical Thrombectomy or Other Contemporary Therapies: Results from the FLAME Study. *Circ Cardiovasc Interv*. 2023;16:e013406.
39. Kuo WT, Banerjee A, Kim PS, et al. Pulmonary Embolism Response to Fragmentation, Embolectomy, and Catheter Thrombolysis (PERFECT): Initial Results from a Prospective Multicenter Registry. *Chest*. 2015;148:667–673.
40. Pasrija C, Kronfli A, Rouse M, et al. Outcomes after surgical pulmonary embolectomy for acute submassive and massive pulmonary embolism: A single-center experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;155:1095–110600.
41. Keeling WB, Sundt T, Leacche M, et al. Outcomes After Surgical Pulmonary Embolectomy for Acute Pulmonary Embolus: A Multi-Institutional Study. *Ann Thorac Surg*. 2016;102:1498–1502.
42. Arrigo M, Price S, Harjola VP, et al. Diagnosis and treatment of right ventricular failure secondary to acutely increased right ventricular afterload (acute cor pulmonale): a clinical consensus statement of the Association for Acute Cardiovascular Care of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2024;13:304–312.
43. Disselkamp M, Adkins D, Pandey S, Coz Yataco AO. Physiologic Approach to Mechanical Ventilation in Right Ventricular Failure. *Ann Am Thorac Soc*. 2018;15:383–389.
44. Harjola VP, Mebazaa A, Čelutkienė J, et al. Contemporary management of acute right ventricular failure: a statement from the Heart Failure Association and the Working Group on Pulmonary Circulation and Right Ventricular Function of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2016;18:226–241.
45. Yusuff HO, Zochios V, Vuylsteke A. Extracorporeal membrane oxygenation in acute massive pulmonary embolism: a systematic review. *Perfusion*. 2015;30:611–616.
46. Rössler J, Cywinski JB, Argalious M, Ruetzler K, Khanna S. Anesthetic management in patients having catheter-based thrombectomy for acute pulmonary embolism: A narrative review. *J Clin Anesth*. 2024;92:111281.
47. Goldhaber SZ, Visani L, De Rosa M. Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER). *Lancet*. 1999;353:1386–1389.
48. Lobo JL, Alonso S, Arenas J, et al. Consenso multidisciplinar para el manejo de la tromboembolia de pulmón. *Arch Bronconeumol*. 2022;58:246–254.
49. Fabian KD, Holley AB. Postpulmonary embolism syndrome. *Curr Opin Pulm Med*. 2021;27:335–341.
50. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J*. 2022;43:3618–3731.
51. Konstantinides SV, Vicaut E, Danays T, et al. Impact of Thrombolytic Therapy on the Long-term Outcome of Intermediate-risk Pulmonary Embolism. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69:1536–1544.