REC Interv Cardiol. 20XX;XX(X):XX-XX
https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641

Artículo original

Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional

Nicolás Zaderenko[a,*], María José Cabrera Ferreyra[a], Hugo José Londero[a], Pablo Sarmiento[b], María Florencia Melgarejo Otarola[b], Miguel Ángel Roberto Colque[b], Juan Pablo Ricarte Bratti[c], Roberto Cooke[c] y Guillermo Javier Pacheco[a]

[a] *Servicio de Hemodinamia y Cardiología Intervencionista, Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina*
[b] *Servicio de Unidad Coronaria, Sanatorio Allende Sede Cerro, Córdoba, Argentina*
[c] *Unidad Coronaria, Sanatorio Allende Sede Nueva Córdoba, Córdoba, Argentina*

RESUMEN

Introducción y objetivos: La tromboembolia pulmonar (TEP) de riesgo intermedio-alto requiere una reperfusión eficaz con el menor riesgo hemorrágico. Este estudio evaluó la seguridad observada y la evolución hemodinámica temprana de un protocolo abreviado de trombolisis dirigida por catéter (TDC) con alteplasa (50 mg en 2 horas) mediante catéteres convencionales.
Métodos: Registro observacional, retrospectivo, unicéntrico y de un solo grupo. De los 279 pacientes evaluados, 30 fueron candidatos a TDC; 1 se excluyó por datos incompletos y 29 integraron la cohorte. Los desenlaces de seguridad fueron mortalidad intrahospitalaria, hemorragia intracraneal y hemorragia mayor según la *International Society on Thrombosis and Haemostasis* (ISTH). La evolución hemodinámica se describió mediante el cambio en la proporción con relación entre el ventrículo derecho y el izquierdo > 1 y las presiones pulmonares, usando pares completos.
Resultados: Hubo 1 muerte intrahospitalaria (3,4%; IC95%, 0,6-17,2) no relacionada con el procedimiento, ninguna hemorragia intracraneal y 2 hemorragias mayores ISTH (6,9%; IC95%, 1,9-22,0) sin transfusión ni rescate hemostático. La relación entre el ventrículo derecho y el izquierdo > 1, presente en 27 de 29 pacientes, persistió en 1 de 27 reevaluados (3,7%; IC95%, 0,7-18,3; diferencia emparejada, 92,9 puntos porcentuales; p < 0,0001). En 13 pares, la presión arterial pulmonar media descendió de 36,7 ± 8,3 a 25,2 ± 9,6 mmHg (diferencia, −11,5; −16,0 a −7,1; p < 0,001). El seguimiento no estuvo protocolizado (mediana, 124 días): hubo otra muerte no relacionada con el procedimiento; 24 pacientes estaban en clase funcional I y 4 en clase II en la última evaluación.
Conclusiones: En esta serie, la TDC abreviada mediante catéteres convencionales se acompañó de mejoría hemodinámica temprana, sin hemorragia intracraneal. El tamaño muestral reducido y la ausencia de grupo control impiden confirmar su seguridad o compararla formalmente con otras estrategias; se requieren estudios prospectivos.

Palabras clave: Tromboembolia pulmonar. Trombolisis dirigida por catéter. Riesgo intermedio-alto. Disfunción ventricular derecha. Registro. Alteplasa.

Catheter-directed thrombolysis with an abbreviated protocol for acute pulmonary embolism: an institutional registry

ABSTRACT

Introduction and objectives: Intermediate-to-high-risk pulmonary thromboembolism (PTE) requires effective reperfusion with a lower risk of bleeding. This study evaluated the observed safety and early hemodynamic outcomes of an abbreviated catheter-directed thrombolysis (CDT) protocol using alteplase (50 mg over 2 hours) administered via conventional catheters.
Methods: This was an observational, retrospective, single-center, single-group study. Of the 279 patients evaluated, 30 were eligible for CDT; 1 was excluded because of incomplete data, and 29 were included in the cohort. Safety outcomes included in-hospital mortality, intracranial hemorrhage, and major bleeding as defined by the International Society on Thrombosis and Haemostasis (ISTH). Hemodynamic status was described using the change in the proportion of patients with a right ventricular-to-left ventricular (RV/LV) ratio > 1 and in pulmonary pressures, based on complete paired data.

*** Autor para correspondencia.**
Correo electrónico: nzaderenko@sanatorioallende.com (N. Zaderenko).
𝕏 @NZaderenko

Recibido el 1 de junio de 2026. Aceptado el 28 de octubre de 2026.
Full English text available from: https://www.recintervcardiol.org/en.
2604-7306 / © 2026 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Permanyer Publications. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

Results: There was 1 in-hospital death (3.4%; 95%CI, 0.6–17.2), unrelated to the procedure; no intracranial hemorrhage; and 2 major bleeding events according to ISTH criteria (6.9%; 95%CI, 1.9–22.0), with no transfusions or hemostatic rescue procedures. An RV/LV ratio > 1, present in 27 of 29 patients, persisted in 1 of 27 patients who underwent reassessment (3.7%; 95%CI, 0.7–18.3; paired difference, 92.9%; $P < .0001$). In 13 paired observations, mean pulmonary artery pressure decreased from 36.7 ± 8.3 to 25.2 ± 9.6 mmHg (difference, −11.5; −16.0 to −7.1; $P < .001$). Follow-up was not protocolized (median, 124 days). There was 1 additional death unrelated to the procedure; 24 patients were in functional class I and 4 in class II at the last evaluation.
Conclusions: In this series, CDT performed using conventional catheters was associated with early hemodynamic improvement and no intracranial hemorrhage. The small sample size and absence of a control group preclude confirmation of its safety or formal comparing with other strategies. Prospective studies are needed.

Keywords: Pulmonary thromboembolism. Catheter-directed thrombolysis. Intermediate-high risk. Right ventricular dysfunction. Registry. Alteplase.

Abreviaturas

ISTH: *International Society on Thrombosis and Haemostasis.* **TDC:** trombolisis dirigida por catéter. **TEP:** tromboembolia pulmonar. **VD/VI:** cociente ventrículo derecho/ventrículo izquierdo.

INTRODUCCIÓN

La tromboembolia pulmonar aguda (TEP) representa la tercera causa cardiovascular de mortalidad en todo el mundo, con una incidencia anual estimada de 1 por cada 1.000 habitantes. Su frecuencia aumenta progresivamente con la edad y, en el ámbito hospitalario, constituye una de las principales causas de muerte prevenible. La identificación oportuna y el tratamiento adecuado de los pacientes con TEP de riesgo intermedio o intermedio-alto continúan siendo un desafío clínico[1-3].

La trombolisis sistémica con alteplasa en dosis estándar (100 mg en 24 horas) ha demostrado eficacia hemodinámica y reducción de la mortalidad en los pacientes con TEP de alto riesgo y en determinados subgrupos de riesgo intermedio. Sin embargo, su aplicación clínica se ve limitada por una tasa inaceptable de complicaciones hemorrágicas graves, en particular la hemorragia intracraneal, que oscila entre el 1,5% y el 3% en los principales ensayos aleatorizados[4-6].

En este contexto, los esquemas de dosis reducida han cobrado relevancia. El ensayo MOPETT sugirió que la administración sistémica de 50 mg de alteplasa en 2 horas podría mantener la mejoría hemodinámica y de la función ventricular derecha, con menor tasa de hemorragia mayor que la dosis estándar[7,8]. Otros estudios de dosis reducida han informado resultados concordantes[9,10]. Sin embargo, la evidencia procede principalmente de estudios observacionales y de ensayos con muestras pequeñas.

Para minimizar estas complicaciones hemorrágicas se han explorado estrategias alternativas, como la trombolisis local dirigida por catéter (TDC). Esta modalidad puede realizarse mediante el uso de catéteres convencionales o con dispositivos dedicados, como el sistema de trombolisis dirigido por catéter asistido por ultrasonido EKOS (Boston Scientific, EE. UU.), que incorpora una sonda de ultrasonido con la intención de fragmentar los trombos y, de este modo, aumentar la superficie de contacto del trombolítico. La evidencia actual indica que la TDC ofrece un perfil de seguridad más favorable en comparación con la trombolisis sistémica, permitiendo reducir la dosis total de fibrinolítico administrado. No obstante, la implementación de estos dispositivos se ve limitada por su elevado costo, la necesidad de equipamiento especializado y la disponibilidad restringida, factores que dificultan su aplicación en muchos centros, especialmente en aquellos pertenecientes a sistemas de salud con recursos limitados[11-13].

En este estudio se evaluó la seguridad observada y la evolución hemodinámica temprana de un esquema abreviado de TDC con alteplasa, 50 mg en 2 horas, mediante catéteres convencionales. Los resultados institucionales se contextualizaron descriptivamente frente a la evidencia publicada sobre dispositivos asistidos por ultrasonido, sin plantear comparaciones de equivalencia o superioridad (figura 1).

MÉTODOS

Diseño del estudio

Estudio observacional, retrospectivo, unicéntrico y de un solo grupo. Se incluyeron todos los pacientes consecutivos con diagnóstico de TEP aguda tratados mediante TDC en nuestra institución entre febrero de 2021 y octubre de 2025, cuando la indicación fue establecida por el equipo de respuesta a la embolia pulmonar de acuerdo con la gravedad clínica, la carga trombótica, la disfunción ventricular derecha y el balance individual entre riesgos trombótico y hemorrágico (figura 2).

Los criterios de inclusión fueron pacientes ≥ 18 años, diagnóstico confirmado de TEP aguda por tomografía computarizada y parámetros clínicos, y clasificación de riesgo intermedio-alto o alto según las guías de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) de 2019[2]; excepcionalmente, pacientes de riesgo intermedio-bajo con deterioro clínico, elevada carga trombótica o indicación consensuada por el equipo de respuesta a la embolia pulmonar y tratamiento con TDC (alteplasa 50 mg en 2 horas).

Los criterios de exclusión fueron contraindicaciones absolutas para fibrinolisis, embarazo, antecedente de hemorragia intracraneal o neoplasia cerebral, y cirugía mayor o trauma reciente (< 10 días), salvo indicación excepcional consensuada por el equipo de respuesta a la embolia pulmonar tras valorar individualmente los riesgos trombótico y hemorrágico. Debido al carácter retrospectivo de la revisión, no fue posible desagregar todas las razones individuales para no indicar TDC. No se excluyó a ningún paciente del grupo tratado por presentar una contraindicación absoluta o un riesgo hemorrágico prohibitivo.

Criterios operativos de indicación de TDC

La indicación de TDC fue consensuada por el equipo de respuesta a la embolia pulmonar (cardiología intervencionista, cuidados

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol.* 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

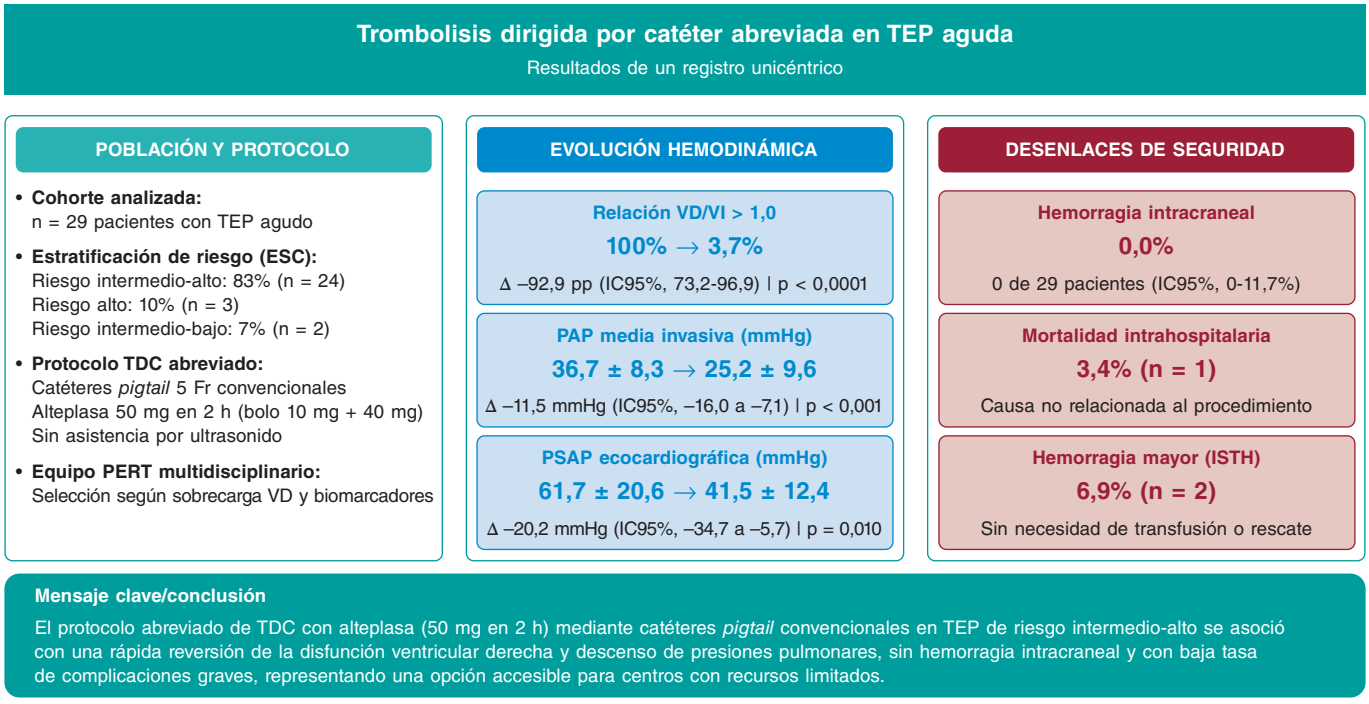


Figura 1. Figura central. Resumen ilustrado del registro: selección de 29 pacientes con tromboembolia pulmonar aguda, trombolisis dirigida mediante catéteres (TDC) convencionales con alteplasa, 50 mg en 2 horas, evolución hemodinámica temprana y principales desenlaces de seguridad observados. Los resultados son exploratorios por tratarse de un estudio retrospectivo, unicéntrico y sin grupo control. ESC: Sociedad Europea de Cardiología; IC95%: intervalo de confianza del 95%; ISTH: *International Society on Thrombosis and Haemostasis*; PAP: presión arterial pulmonar; pp: puntos porcentuales; PERT: *Pulmonary Embolism Response Team;* PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; TEP: tromboembolia pulmonar; VD: ventrículo derecho; VD/VI: cociente ventrículo derecho/ventrículo izquierdo.

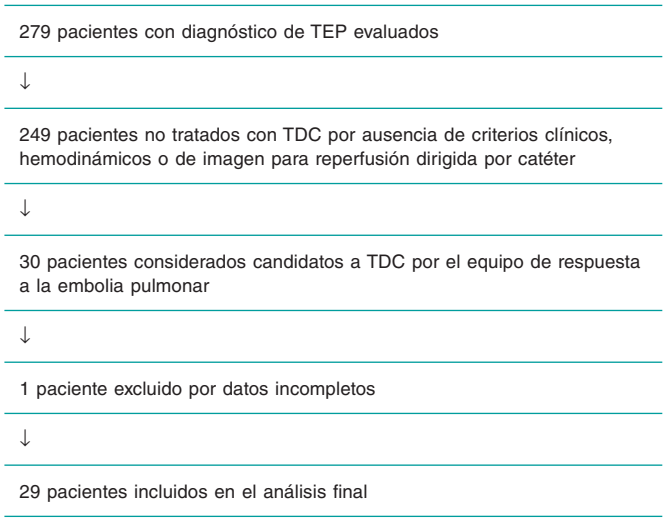


Figura 2. Diagrama de flujo de pacientes.

críticos, neumonología y hematología) aplicando de forma secuencial los siguientes criterios: a) TEP aguda confirmada por angiografía por tomografía computarizada con compromiso de arterias pulmonares principales o lobares, y categoría de riesgo intermedio-alto o alto según la guía ESC de 2019[2]; b) evidencia objetiva de sobrecarga del ventrículo derecho, definida como un cociente ventrículo derecho/ventrículo izquierdo (VD/VI) > 1 por ecocardiografía o angiografía por tomografía computarizada, con elevación concomitante de la troponina T de alta sensibilidad o de la fracción aminoterminal del propéptido natriurético cerebral (tipo B) (NT-proBNP); c) al menos un marcador adicional de gravedad o de riesgo de deterioro clínico, como taquicardia sostenida, requerimiento de oxígeno suplementario, síncope, hipotensión transitoria, elevada carga trombótica o deterioro durante las primeras horas de anticoagulación; d) ausencia de contraindicación absoluta para fibrinolisis y balance individual de los riesgos trombótico y hemorrágico considerado favorable; y e) disponibilidad de sala de hemodinamia y de monitorización en la unidad de cuidados críticos durante la infusión. Los pacientes de riesgo intermedio-bajo no se consideraron candidatos, salvo en 2 casos en los que se consensuó la indicación explícitamente por el equipo ante el deterioro clínico o la elevada carga trombótica. En 3 pacientes con cirugía mayor reciente (< 10 días) la indicación fue excepcional y consensuada tras una valoración individual del riesgo.

Intervención: descripción del procedimiento de TDC, preparación y acceso vascular

Antes del procedimiento se realizó asepsia y antisepsia de la región inguinal para mantener unas condiciones estériles. Se puncionó la vena femoral y se colocaron 1 o 2 introductores de 5 Fr.

Posicionamiento y medición basal

A través de los introductores se avanzaron catéteres *pigtail* de 5 Fr hasta las arterias pulmonares afectadas. Antes de iniciar la trombolisis, se registraron las presiones pulmonares para establecer los valores basales.

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

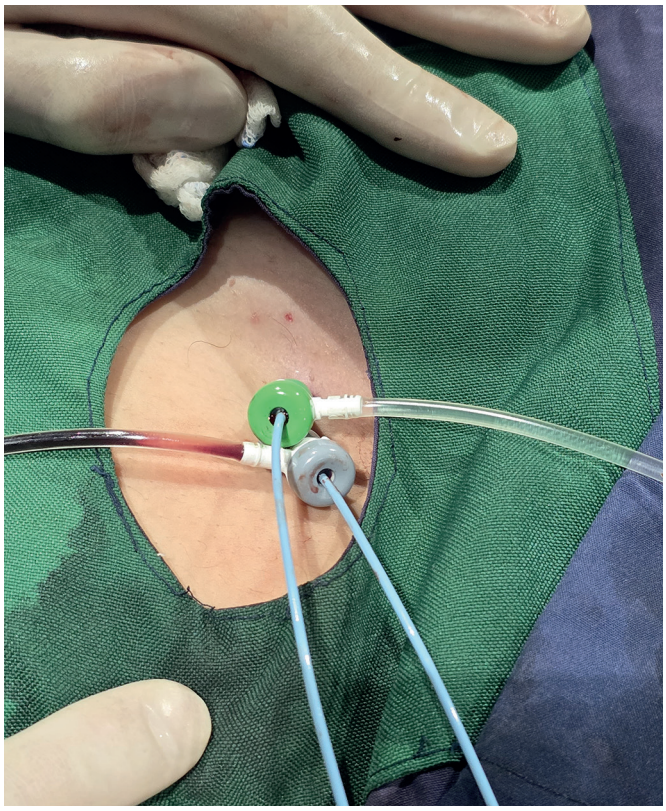


Figura 3. Doble acceso venoso femoral con 2 introductores de 5 Fr para la inserción simultánea de catéteres en ambas ramas pulmonares.

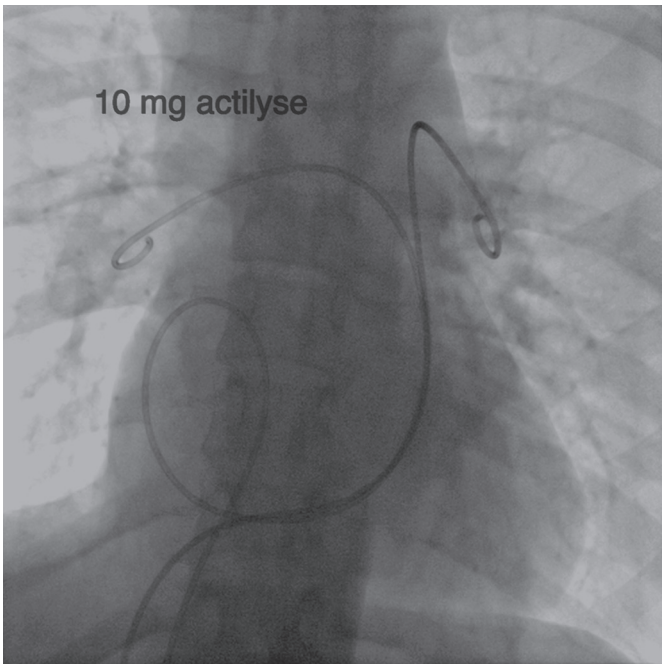


Figura 4. Fluoroscopia que muestra los catéteres *pigtail* de 5 Fr posicionados en las ramas pulmonares derecha e izquierda previamente a la infusión local de alteplasa.

Administración de alteplasa

Con los catéteres correctamente posicionados, se administró un bolo inicial de 10 mg de alteplasa: 10 mg por un único catéter en el compromiso unilateral o 5 mg por catéter en los casos de compromiso bilateral significativo. Los 40 mg restantes se infundieron de manera continua durante 2 horas mediante bombas conectadas a los catéteres; cuando se utilizaron 2 accesos simultáneos, se administraron 20 mg por catéter.

Finalización y cuidados posteriores

Al finalizar la infusión se midió la presión arterial pulmonar media a través de los catéteres. Luego se retiraron los catéteres y los introductores, y se inició anticoagulación sistémica de acuerdo con el protocolo institucional.

Ajuste por peso corporal

En pacientes con peso corporal < 50 kg se redujo la dosis total a 25 mg de alteplasa administrados durante 2 horas, con el objetivo de adecuar la exposición farmacológica y disminuir el riesgo de complicaciones hemorrágicas.

El doble acceso venoso femoral y el posicionamiento fluoroscópico de los catéteres se muestran en la figura 3 y la figura 4.

Variables

Se recolectaron datos demográficos, antecedentes médicos, parámetros hemodinámicos y valores de laboratorio. Con relación a estas determinaciones, los puntos de corte de las variables fueron: 450 pg/ml para NT-proBNP, 500 ng/ml para dímero D y 14 ng/l para troponina T de alta sensibilidad, correspondiente al percentil 99 del límite superior de referencia del ensayo utilizado. El índice simplificado de gravedad de la embolia pulmonar se calculó con sus 6 componentes (edad > 80 años, cáncer, enfermedad cardiopulmonar crónica, frecuencia cardiaca ≥ 110 lpm, presión arterial sistólica < 100 mmHg y saturación de oxígeno < 90%), asignando 1 punto a cada uno. La categoría de riesgo de la ESC 2019[2] se verificó de forma retrospectiva aplicando el algoritmo de la guía —índice simplificado de gravedad de la embolia pulmonar ≥ 1 o *Pulmonary Embolism Severity Index* (PESI) III-V, disfunción del ventrículo derecho definida como relación VD/VI > 1 por ecocardiografía o angiografía por tomografía computarizada, y elevación de la troponina T de alta sensibilidad—, lo que motivó la reasignación de 2 pacientes respecto de la categorización clínica inicial: uno pasó de riesgo intermedio-bajo a intermedio-alto por presentar ambos marcadores positivos, y el otro de intermedio-alto a intermedio-bajo porque no se dispuso de determinación de troponina ni de NT-proBNP y el criterio de biomarcadores no pudo evaluarse. La distribución global de categorías no se modificó. La indicación del procedimiento se había basado en la evaluación disponible en el momento del tratamiento.

Durante la hospitalización se registraron los eventos hemorrágicos, la necesidad de tratamientos de rescate y la mortalidad intrahospitalaria. En el seguimiento se evaluaron la mortalidad, la recurrencia tromboembólica —nueva TEP o trombosis venosa profunda— y las rehospitalizaciones, informando el número de pacientes con seguimiento disponible en cada ventana.

Desenlaces y definiciones

El objetivo principal fue evaluar la seguridad observada y la evolución hemodinámica temprana del esquema abreviado de TDC con alteplasa (50 mg en 2 horas) en pacientes con TEP de riesgo intermedio-alto o alto. La seguridad se evaluó mediante la

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

mortalidad intrahospitalaria, la hemorragia intracraneal, la hemorragia mayor según los criterios de la *International Society on Thrombosis and Haemostasis* (ISTH) y las complicaciones relacionadas con el procedimiento. La evolución hemodinámica se describió mediante el cambio temporal en la proporción de pacientes con VD/VI > 1 entre la evaluación basal y la posterior al tratamiento.

Los objetivos secundarios fueron determinar la incidencia de hemorragia mayor dentro de las 72 horas posteriores al procedimiento y durante la hospitalización, evaluar los cambios en los parámetros ecocardiográficos y hemodinámicos (presión sistólica de la arteria pulmonar y presión arterial pulmonar media), analizar la mortalidad durante el seguimiento, documentar la recurrencia de TEP o trombosis venosa profunda, y describir la duración de la estancia hospitalaria.

Se consideró patológica una relación VD/VI > 1. Las variables de seguimiento fueron la mortalidad intrahospitalaria y durante el seguimiento, la recurrencia tromboembólica, la rehospitalización y la clase funcional de la *New York Heart Association*. Dado que las visitas no se realizaron en momentos predefinidos, se informan la duración del seguimiento y el número de pacientes evaluados más allá de los 30 y 90 días.

Definición de hemorragia (criterios ISTH)

Según la ISTH, se consideró hemorragia mayor aquella que fue mortal; se produjo en un órgano o espacio crítico, incluidos el intracraneal, el intraespinal, el intraocular, el pericárdico y el retroperitoneal; causó hemorragia intramuscular con síndrome compartimental; produjo una disminución de la hemoglobina ≥ 20 g/l; o requirió la transfusión de al menos 2 unidades de sangre o hemoderivados[14]. Se consideró hemorragia menor cualquiera no clasificada como mayor.

Análisis estadístico

Dado el tamaño muestral limitado (n = 29), se realizó un análisis principalmente descriptivo. Las variables continuas se expresaron como media y desviación estándar (DE) o como mediana y rango intercuartílico [RIC], según su distribución, evaluada mediante inspección gráfica y prueba de Shapiro-Wilk. Las variables categóricas se resumieron como frecuencias absolutas y relativas. Las proporciones de los desenlaces principales se presentan con intervalo de confianza del 95% (IC95%) calculado mediante el método de Wilson. Para comparaciones pre- y postratamiento de las variables continuas se utilizó la prueba t de Student para muestras emparejadas, y en caso de distribución no normal se usó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Para las variables categóricas emparejadas se utilizó la prueba de McNemar, o su versión exacta cuando correspondía. Todas las comparaciones pre y post se realizaron exclusivamente en los pacientes con ambas mediciones disponibles (análisis de casos completos, sin imputación de datos faltantes), y se informa el número de pares para cada variable. Para el desenlace hemodinámico principal se informa además la diferencia de proporciones emparejada con IC95%. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$. El análisis se realizó con el *software* estadístico Stata 19.5 (StataCorp, College Station, TX, EE. UU.). Los resultados de la serie se contextualizaron de manera descriptiva con los estudios OPTALYSE PE[12] y SEATTLE II[13], sin realizar pruebas de hipótesis entre estudios.

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Sanatorio Allende (Córdoba, Argentina) y se llevó a cabo en estricta conformidad con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (revisión de 2013). Dado el carácter retrospectivo y observacional del diseño, el comité institucional aprobó la exención del consentimiento informado individual, garantizándose en todos los casos la anonimización completa de los datos clínicos de los pacientes. La privacidad y la confidencialidad de la información se preservaron en todas las etapas del estudio. Se registró y comunicó la variable sexo para toda la cohorte; por el tamaño muestral reducido, no se realizaron análisis estratificados por sexo o género. La redacción y la presentación de los resultados tuvieron en cuenta las recomendaciones SAGER para evitar sesgos de sexo/género en la comunicación científica.

Tabla 1. Características demográficas y antecedentes de la cohorte (n = 29)

Variable	n = 29
Sexo femenino	18 (62%)
Edad, años	51 [34-64]
IMC, kg/m²	29,3 [26,1-32,9]
Hipertensión arterial	10 (34%)
Diabetes mellitus	8 (28%)
Dislipemia	7 (25%)
Tabaquismo activo	3 (10%)
Antecedentes heredofamiliares cardiovasculares	11 (39%)
Cardiopatía isquémica previa	2 (7%)
EPOC	1 (3%)
ACV previo	1 (3%)

ACV: accidente cerebrovascular; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; IMC: índice de masa corporal.
Las variables continuas se expresan como mediana [RIC] y las categóricas como n (%).

RESULTADOS

Entre febrero de 2021 y octubre de 2025 se evaluaron 279 pacientes con TEP. El equipo de respuesta a la embolia pulmonar consideró candidatos a TDC a 30; los otros 249 no recibieron esta estrategia por ausencia de criterios clínicos, hemodinámicos o de imagen para reperfusión dirigida por catéter. Se excluyó 1 candidato por datos incompletos, por lo que la cohorte analítica incluyó 29 pacientes. La revisión retrospectiva no permitió reconstruir todas las razones individuales de no indicación en los pacientes no tratados. De los participantes, 18 eran mujeres (62%) y 11 varones (38%), y la mediana de edad fue de 51 años [RIC 34-64]. Las características basales y los factores predisponentes se presentan en la tabla 1 y la tabla 2.

Todos los pacientes presentaron un índice de gravedad de la embolia pulmonar simplificado ≥ 1, con una mediana de 1 punto [RIC 1-2; rango 1-4], dado que la totalidad de la cohorte tuvo una saturación de oxígeno < 90% al ingreso; en 1 paciente la presión arterial sistólica no estuvo disponible, por lo que su puntaje constituye una cota inferior. Al ingreso, 4 pacientes (14%) se encontraban en clase funcional II, 21 (72%) en clase III y 4 (14%) en clase IV; 4 presentaron síncope (14%) y 1 signos clínicos de *shock* (4%). Según la clasificación ESC 2019[2], 24 pacientes (83%) correspondieron a riesgo intermedio-alto, 3 (10%) a riesgo alto y 2 (7%) a riesgo intermedio-bajo (tabla 3).

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

Tabla 2. Factores de riesgo tromboembólico y condiciones predisponentes (n = 29)

Factor de riesgo	n = 29
TVP concomitante	16 (55%)
Anticoncepción oral	8 (27%)
TVP previa	6 (21%)
Movilidad reducida	4 (14%)
TEP previa	4 (14%)
Insuficiencia renal crónica	4 (14%)
Neoplasia activa	3 (10%)
Cirugía reciente (< 10 días)	3 (10%)
Alto riesgo hemorrágico	3 (11%)
Trastorno de la coagulación	2 (7%)
COVID-19 previa	2 (7%)

TEP: tromboembolia pulmonar; TVP: trombosis venosa profunda.
Los datos expresan n (%).

Tabla 3. Parámetros clínicos, hemodinámicos y estratificación del riesgo al ingreso (n = 29)

Variable	Valor
PA sistólica, mmHg	119,3 ± 18,8
PA diastólica, mmHg	76,7 ± 13,3
Frecuencia cardiaca, lpm	98,1 ± 16,9
Clase funcional (NYHA)	
II	4 (14%)
III	21 (72%)
IV	4 (14%)
Síncope	4 (14%)
Shock	1 (4%)
Saturación de O_2 < 90% al ingreso	29 (100%)
sPESI	1 [1-2]
Clasificación de riesgo (ESC 2019)	
Riesgo intermedio-bajo	2 (7%)
Riesgo intermedio-alto	24 (83%)
Riesgo alto	3 (10%)

ESC: Sociedad Europea de Cardiología; NYHA: *New York Heart Association*; PA: presión arterial; sPESI: índice de gravedad de la embolia pulmonar simplificado.
La categoría de riesgo se asignó aplicando el algoritmo de la guía ESC 2019. En el paciente sin determinación de la troponina ni de la fracción aminoterminal del propéptido natriurético cerebral (tipo B), el criterio de biomarcadores no pudo evaluarse y se clasificó, de forma conservadora, como riesgo intermedio-bajo.
Los datos expresan n (%), media ± desviación estándar o mediana [rango intercuartílico].

En cuanto a los biomarcadores de estratificación pronóstica, la mayoría presentaron valores superiores a los puntos de corte clínicos: el dímero D estuvo elevado en el 100% de los participantes, la troponina T en 27 (96,4%) y el NT-proBNP en 23 (82,1%).

Tabla 4. Biomarcadores y parámetros hematológicos basales (n = 29)

Parámetro	Valor	Elevado
Dímero D, ng/ml	6.693 [4.195-10.075]	29 (100%)
Troponina T de alta sensibilidad, ng/l	51,5 [24,2-113,5]	27 (96,4%)
NT-proBNP, pg/ml	2.065,5 [788-4.473,5]	23 (82,1%)
Hemoglobina, g/dl	13,4 ± 2,2	—
Plaquetas, ×10³/µl	221,1 ± 68,3	—
Creatinina, mg/dl	1,0 ± 0,3	—

NT-proBNP: fracción aminoterminal del propéptido natriurético cerebral (tipo B).
Puntos de corte: dímero D > 500 ng/ml; troponina T > 14 ng/l; NT-proBNP > 450 pg/ml.
La troponina T de alta sensibilidad y el NT-proBNP estuvieron disponibles en 28 de los 29 pacientes; en un mismo paciente no se realizó ninguna de las dos determinaciones, por lo que los porcentajes de valores elevados se calculan sobre 28.
Los datos expresan n (%), media ± desviación estándar o mediana [rango intercuartílico].

Las medianas basales fueron 6.693,0 ng/ml [RIC 4.195,0-10.075,0] para el dímero D, 51,5 ng/l [RIC 24,2-113,5] para la troponina T y 2.065,5 pg/ml [RIC 788,0-4.473,5] para el NT-proBNP (tabla 4).

Características hemodinámicas

Las mediciones basales mostraron VD/VI > 1 en 27 de 29 pacientes (93,1%), y 26 de los 28 pacientes con evaluación disponible (92,9%) tuvieron disfunción del ventrículo derecho. La fracción de eyección presentó una media del 60,3% (DE 10,3). Los parámetros ecocardiográficos de función y carga del ventrículo derecho mostraron un desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo medio de 15,0 mm (DE 6,7) y una presión sistólica de la arteria pulmonar media de 55,9 mmHg (DE 18,3).

Desenlaces de seguridad

En relación con los desenlaces primarios de seguridad, se registró 1 muerte intrahospitalaria (3,4%; IC95%, 0,6-17,2) y no hubo ninguna hemorragia intracraneal. El paciente fallecido cursaba una internación prolongada y el óbito se atribuyó a la evolución de una afección no relacionada con el procedimiento. Dos pacientes (6,9%; IC95%, 1,9-22,0) presentaron hematoma en el sitio de punción que se resolvió espontáneamente sin intervención adicional. Dos pacientes (6,9%; IC95%, 1,9-22,0) fueron clasificados como hemorragia mayor según los criterios ISTH. Ambos presentaban anemia al ingreso (hemoglobina de 8,6 y 9,0 g/dl). En un caso coexistió hemorragia menstrual activa durante el tratamiento trombolítico y anticoagulante; en el otro, una anemia crónica preexistente se acentuó durante la internación. Aunque no se identificó un foco relacionado con el procedimiento, no puede excluirse la contribución del tratamiento a ambos eventos. Ningún paciente requirió transfusión ni medidas hemostáticas de rescate.

En la tabla 5 se resumen los desenlaces primarios de seguridad y se contextualizan de manera descriptiva frente a OPTALYSE PE y SEATTLE II.

Evolución hemodinámica y funcional tras el tratamiento

La presión arterial pulmonar media se registró mediante cateterismo previo a la infusión en 24 pacientes, y al finalizarla en 15. En los 13 pacientes con mediciones en ambos momentos, la presión arterial pulmonar media descendió de 36,7 ± 8,3 a 25,2 ± 9,6 mmHg (diferencia media intrapaciente: −11,5 mmHg; IC95%, −16,0 a −7,1; p < 0,001; prueba de rangos con signo de Wilcoxon) (tabla 6

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

Tabla 5. Contextualización descriptiva de resultados primarios de seguridad: serie actual, OPTALYSE PE[12] y SEATTLE II[13]

Variable	Serie actual (n = 29)		OPTALYSE PE (n = 101)	SEATTLE II (n = 150)
Subvariable	**n (%)**	**IC95%**	**n (%)**	**n (%)**
Mortalidad intrahospitalaria (a 30 días en SEATTLE II)	1 (3,4%)	0,6–17,2	0 (0%)	4 (2,7%)
Hemorragia intracraneal	0 (0%)	0–11,7	2 (2,0%)	0 (0%)
Hemorragia mayor (definición propia de cada estudio)	2 (6,9%)	1,9–22,0	4 (4,0%)	15 (10,0%)
Hematoma en acceso vascular	2 (6,9%)	1,9–22,0	NC	NC

IC95%: intervalo de confianza del 95% calculado por método de Wilson; ISTH: *International Society on Thrombosis and Haemostasis*; NC: no comunicado en la publicación original.
La comparación entre estudios es cualitativa e indirecta; no se realizaron pruebas de hipótesis entre cohortes. Las definiciones de hemorragia mayor difieren entre los estudios: criterios ISTH en la serie actual, y en SEATTLE II criterios GUSTO grave o moderado dentro de las 72 horas. SEATTLE II no registró hemorragias intracraneales y su mortalidad del 2,7% corresponde a 30 días, no a mortalidad intrahospitalaria. En OPTALYSE PE se registraron 2 eventos de hemorragia intracraneal, uno de ellos atribuido al fibrinolítico administrado por el dispositivo.

Tabla 6. Parámetros hemodinámicos y ecocardiográficos antes y después del tratamiento, en los pacientes con ambas mediciones disponibles

Variable	n basal	n posterior	n pares	Basal (en los pares)	Posterior (en los pares)	Diferencia intrapaciente (IC95%)	p
PAPm invasiva, mmHg	24	15	13	36,7 ± 8,3	25,2 ± 9,6	−11,5 (−16,0 a −7,1)	< 0,001
PAP sistólica invasiva, mmHg	25	13	12	60,2 ± 13,5	40,7 ± 12,4	−19,6 (−25,7 a −13,5)	< 0,001
PSAP ecocardiográfica, mmHg	23	13	12	61,7 ± 20,6	41,5 ± 12,4	−20,2 (−34,7 a −5,7)	0,010
FEVI, %	29	29	29	60,3 ± 10,3	62,9 ± 10,0	+2,7 (+0,5 a +4,8)	0,026
VD/VI > 1, n (%)	29	28	27	27 (100)*	1 (3,7)	92,9% pp (73,2 a 96,9)	< 0,0001
Disfunción del VD, n (%)	28	28	27	25 (92,6)	1 (3,7)	88,9 pp (67,9 a 94,9)	< 0,0001

FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IC95%: intervalo de confianza del 95%; PAP: presión arterial pulmonar; PAPm: presión arterial pulmonar media; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; pp: puntos porcentuales; VD: ventrículo derecho; VD/VI: cociente ventrículo derecho/ventrículo izquierdo.
Todas las comparaciones se realizaron exclusivamente sobre pares completos (análisis de casos completos, sin imputación); las columnas «n basal» y «n posterior» indican la disponibilidad de cada medición en la cohorte de 29 pacientes. Las variables continuas se compararon con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, y las categóricas emparejadas con la prueba de McNemar exacta, informando la diferencia de proporciones pareada por el método de Newcombe. La PAPm y la PAP sistólica invasivas se midieron a través de los catéteres antes del bolo y al finalizar la infusión (≈2 horas); la PSAP y la FEVI corresponden a la ecocardiografía posterior, realizada a criterio clínico y sin un intervalo predefinido respecto del procedimiento. La reevaluación no protocolizada implica que el subgrupo con mediciones emparejadas puede no ser representativo de la cohorte total.
* Los 27 pacientes con reevaluación disponible presentaban una VD/VI > 1 al ingreso.

y figura 5). La relación VD/VI > 1, presente en 27 de 29 pacientes al ingreso, persistió en 1 de los 27 con reevaluación disponible (3,7%; IC95%, 0,7-18,3). La diferencia emparejada entre proporciones fue de 92,9 puntos porcentuales (IC95%, 73,2-96,9; p < 0,0001).

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo se conservó, con una media de 62,9% ± 10%, sin trastornos de la motilidad regional en ningún caso. La disfunción ventricular derecha persistía en 1 de los 25 pacientes que la presentaban al ingreso y contaban con reevaluación posterior (resolución en 24 de 25; 96,0%; IC95%, 80,5-99,3). La presión sistólica de la arteria pulmonar estimada por ecocardiografía estuvo disponible al ingreso en 23 pacientes y en la reevaluación en 13; en los 12 con ambas mediciones descendió de 61,7 ± 20,6 a 41,5 ± 12,4 mmHg (diferencia intrapaciente −20,2 mmHg; IC95%, −34,7 a −5,7; p = 0,010) (tabla 6 y figura 5). Los valores basales de la cohorte completa se indican en la tabla 3 y no participan de esta comparación emparejada. La reevaluación ecocardiográfica no se protocolizó y se realizó a criterio clínico, por lo que el intervalo entre el procedimiento y la reevaluación fue variable.

La mediana de internación fue de 5 días [RIC 4-7], sin diferencias significativas entre los pacientes con y sin trastornos de la motilidad basal (p = 0,98). Los pacientes que presentaron hemorragia mayor tuvieron una estancia hospitalaria 2 días más prolongada (7 días [RIC 5-10]), diferencia que no alcanzó la significación estadística (p = 0,22).

El seguimiento no estuvo protocolizado en ventanas fijas: la mediana del seguimiento máximo por paciente fue de 124 días [RIC 48-199], con 22 de 29 pacientes evaluados más allá de los 30 días y 16 de 29 más allá de los 90 días; 1 paciente no registró visitas posteriores al alta. Se produjeron 2 óbitos —uno durante la internación índice, por la evolución de una enfermedad en comorbilidad, y otro durante el seguimiento— y 3 reingresos (a los 12, 124 y 191 días), ninguno de ellos relacionado con el procedimiento. En la última evaluación disponible, 24 pacientes se encontraban en clase funcional I de la *New York Heart Association* y 4 en clase II.

DISCUSIÓN

Este registro unicéntrico describe los resultados de la TDC con catéteres convencionales e infusión abreviada de alteplasa en pacientes con TEP aguda. Tras el tratamiento se observó una mejoría temprana de la función ventricular derecha y de las presiones pulmonares. Se registró una muerte intrahospitalaria, atribuida a la evolución de una enfermedad en comorbilidad durante la internación prolongada y no al procedimiento, y no hubo

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

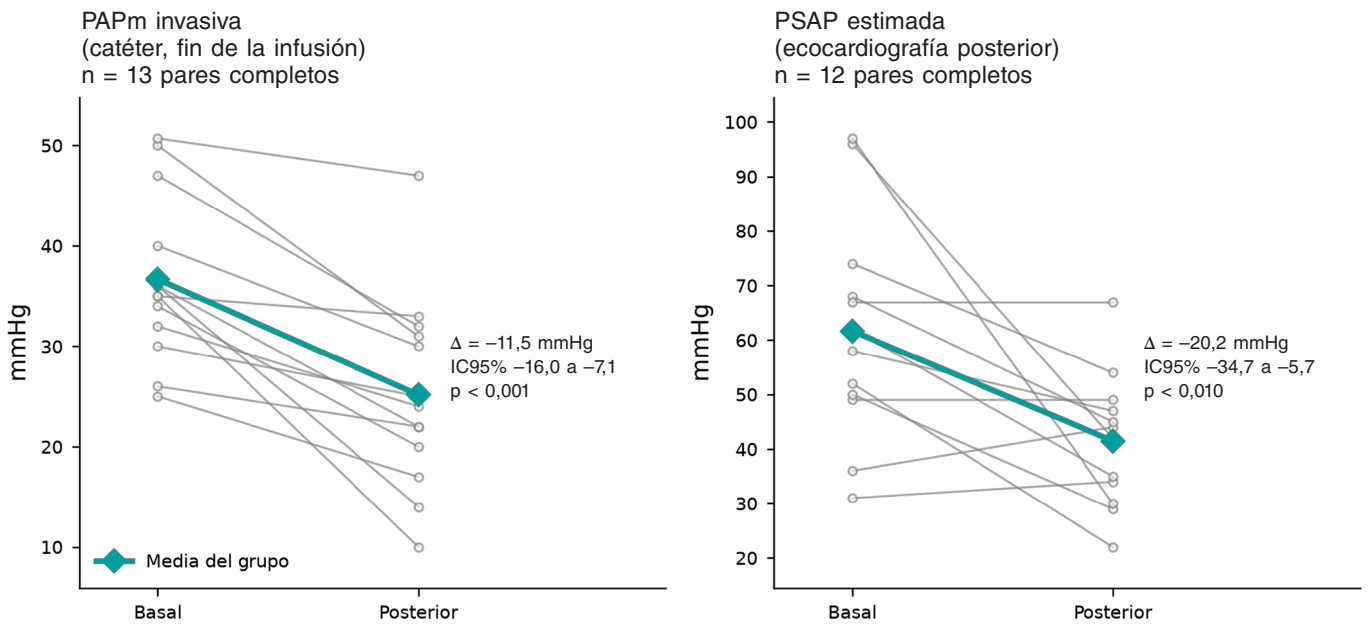


Figura 5. Mediciones hemodinámicas emparejadas. Cada línea gris representa un paciente con ambas mediciones disponibles; la línea roja une las medias del grupo. Izquierda: presión arterial pulmonar media invasiva, medida a través de los catéteres antes del bolo y al finalizar la infusión (n = 13 pares). Derecha: presión sistólica de la arteria pulmonar estimada por ecocardiografía (n = 12 pares). Δ: diferencia intrapaciente media; p por prueba de rangos con signo de Wilcoxon. IC95%: intervalo de confianza del 95%; PAPm: presión arterial pulmonar media; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar.

ninguna hemorragia intracraneal. Dos pacientes presentaron hemorragia mayor según los criterios ISTH; ninguno requirió transfusión de hemoderivados. Debido al tamaño muestral reducido, el diseño retrospectivo y la ausencia de grupo control, estos hallazgos deben considerarse exploratorios y no permiten establecer la seguridad definitiva del esquema.

Los resultados se contextualizan frente a OPTALYSE PE[12] y SEATTLE II[13], estudios realizados con catéteres dedicados de ultrasonido endovascular que informaron, respectivamente, unas tasas de mortalidad del 0% y el 2,7% —esta última a 30 días—, de hemorragia intracraneal del 2,0% y el 0%, y de hemorragia mayor del 4,0% y el 10,0% según la definición propia de cada estudio (GUSTO grave o moderado dentro de las 72 horas en SEATTLE II). Sin embargo, las diferencias en el diseño, la selección de los pacientes, el tipo de catéter, el mecanismo de acción, la dosis, la duración de la infusión y la definición de eventos impiden realizar comparaciones directas. Por tanto, estos datos sirven únicamente como referencia contextual y no demuestran equivalencia, superioridad ni no inferioridad.

En OPTALYSE PE[12], la relación VD/VI medida por angiografía por tomografía computarizada a las 48 horas disminuyó aproximadamente entre un 22% y un 26%, según el esquema de alteplasa. En nuestra serie, evaluada mediante ecocardiografía, la proporción de pacientes con VD/VI > 1 descendió del 93,1% al 3,7% en la reevaluación; también disminuyeron la presión arterial pulmonar media y la presión sistólica de la arteria pulmonar. No obstante, las diferencias en la técnica y en el momento de medición, sumadas a la ausencia de grupo control, impiden comparar cuantitativamente la magnitud del efecto entre los estudios.

Las mejorías de la relación VD/VI y de las presiones pulmonares observadas tras el procedimiento no pueden atribuirse estrictamente a la TDC. El ventrículo derecho se adapta progresivamente a la sobrecarga de presión aguda, y las series y los ensayos con anticoagulación aislada han documentado mejorías significativas de la relación VD/VI y de la función ventricular derecha en los primeros días de tratamiento, con magnitudes que se superponen a las aquí descritas[6,15]. En ausencia de un grupo control contemporáneo, de evaluación ciega de las imágenes y de un momento de reevaluación protocolizado, el cambio observado refleja la evolución conjunta del tratamiento antitrombótico, la reperfusión espontánea y la adaptación ventricular, y no un efecto aislado del procedimiento. Por esta razón describimos este desenlace como un cambio temporal y evitamos las expresiones «éxito», «eficacia» o «tasa de resolución» del procedimiento.

Un aspecto distintivo de este estudio es el uso de TDC sin asistencia por ultrasonido. Frente a los sistemas dedicados, que requieren infraestructura y capacitación específicas, los catéteres convencionales permiten la implementación en centros con recursos limitados. Esta posibilidad constituye una hipótesis de aplicabilidad y no demuestra una eficacia comparativa; además, su impacto económico debe evaluarse mediante estudios prospectivos de costos y efectividad.

La TDC se indicó en 30 de los 279 pacientes evaluados (10,8%), lo que refleja su uso selectivo en pacientes con gravedad hemodinámica objetiva y riesgo hemorrágico aceptable, y no como estrategia sistemática de reperfusión para la TEP de riesgo intermedio. Los centros que adopten este esquema deben considerar que solo una minoría de los pacientes con TEP serán elegibles y que su aplicación requiere un equipo multidisciplinario capaz de aplicar los criterios de manera uniforme.

Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones: su diseño observacional y retrospectivo, el reducido tamaño muestral, la ausencia de grupo control contemporáneo y de evaluación ciega de los desenlaces, la posible selección de los pacientes según el criterio del equipo de respuesta a la embolia pulmonar, la heterogeneidad del riesgo basal y el uso de desenlaces diferentes de los empleados en los ensayos clínicos aleatorizados. Además, la revisión retrospectiva

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

impidió determinar todas las razones individuales por las que no se indicó TDC a los pacientes inicialmente evaluados. Por tanto, los resultados deben interpretarse como una descripción institucional, no como una comparación formal con otras estrategias de reperfusión.

CONCLUSIONES

En esta serie, la TDC con alteplasa, 50 mg en 2 horas mediante catéteres convencionales, se acompañó de una mejoría temprana de la disfunción ventricular derecha y de las presiones pulmonares, sin hemorragias intracraneales ni muertes intrahospitalarias atribuidas al procedimiento. Estos hallazgos deben considerarse exploratorios y requieren validación en estudios aleatorizados.

FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación externa. Los costos fueron asumidos por el Servicio de Hemodinamia del Sanatorio Allende en el marco de la actividad clínica institucional habitual.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Sanatorio Allende (Córdoba, Argentina) y fue conducido en estricta conformidad con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (revisión de 2013). Dado el carácter retrospectivo y observacional del diseño, el comité institucional aprobó la exención del consentimiento informado individual, garantizándose en todos los casos la anonimización completa de los datos clínicos de los pacientes. La privacidad y la confidencialidad de la información fueron conservadas en todas las etapas del estudio.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa como apoyo para la redacción, la edición estructural y la revisión estilística del manuscrito. Tras el uso de estas herramientas, los autores revisaron y editaron todo el contenido según fue necesario, verificaron la exactitud científica de la información y asumen la plena responsabilidad sobre el contenido final de la publicación.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

N. Zaderenko: recolección de datos, análisis de los resultados y redacción del manuscrito. G.J. Pacheco: revisión crítica y supervisión para la elaboración de la versión final. Resto de los coautores: revisión y aprobación de la versión final del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno de los autores declara conflictos de intereses en relación con el contenido de este artículo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de enfermería y técnico del servicio de hemodinamia del Sanatorio Allende por su dedicación en la atención de los pacientes incluidos en este registro.

¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- La TEP de riesgo intermedio-alto y alto se asocia a disfunción ventricular derecha, inestabilidad hemodinámica y mortalidad significativa. La anticoagulación sola puede resultar insuficiente en estos casos, mientras que la trombolisis sistémica, aunque eficaz, conlleva unas tasas de hemorragia mayor de hasta el 20% y de hemorragia intracraneal del 3%.
- La TDC surgió como alternativa para administrar el agente trombolítico directamente en la arteria pulmonar mediante catéteres, reduciendo la dosis sistémica y el riesgo hemorrágico. Los estudios ULTIMA, OPTALYSE PE y SEATTLE II demostraron que la TDC —especialmente con sistemas asistidos por ultrasonido (EKOS)— mejora la relación VD/VI, reduce la presión arterial pulmonar y es segura, con una tasa de hemorragia mayor inferior a la de la trombolisis sistémica.
- Sin embargo, estos dispositivos tienen un costo elevado y una disponibilidad limitada en Latinoamérica. Por otra parte, esquemas de trombolisis sistémica con dosis reducida de alteplasa, como el evaluado en el estudio MOPPET (50 mg), mostraron resultados favorables en pacientes seleccionados con TEP. La evidencia sobre TDC mediante catéteres convencionales, sin asistencia de ultrasonido, sigue siendo escasa, lo que representa una brecha relevante, especialmente para centros con recursos limitados.

¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- Este registro aporta evidencia institucional sobre un protocolo abreviado de TDC con alteplasa (50 mg en 2 horas) administrada mediante catéteres convencionales, sin asistencia por ultrasonido, en pacientes seleccionados con TEP aguda. La estrategia se asoció con mejoría hemodinámica temprana, sin hemorragias intracraneales ni muertes relacionadas con el procedimiento. Además, describe criterios operativos de selección multidisciplinaria y sugiere la factibilidad de implementar esta estrategia utilizando recursos disponibles en salas de hemodinamia convencionales. Estos hallazgos amplían la información disponible sobre una alternativa accesible para aquellos centros donde los dispositivos dedicados son costosos o no están disponibles. Debido al diseño retrospectivo, el reducido tamaño muestral y la ausencia de grupo control, los resultados son exploratorios y no demuestran eficacia comparativa ni seguridad definitiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Raskob GE, Angchaisuksiri P, Blanco AN, et al. Thrombosis: a major contributor to global disease burden. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2014;34:2363-2371.
2. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J.* 2020;41:543-603.
3. Goldhaber SZ, Bounameaux H. Pulmonary embolism and deep vein thrombosis. *Lancet.* 2012;379:1835-1846.
4. Goldhaber SZ, Come PC, Lee RT, et al. Alteplase versus heparin in acute pulmonary embolism: randomised trial assessing right-ventricular function and pulmonary perfusion. *Lancet.* 1993;341:507-511.
5. Chatterjee S, Chakraborty A, Weinberg I, et al. Thrombolysis for pulmonary embolism and risk of all-cause mortality, major bleeding, and intracranial hemorrhage: a meta-analysis. *JAMA.* 2014;311:2414-2421.

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol.* 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.

6. Meyer G, Vicaut E, Danays T, et al. Fibrinolysis for patients with intermediate-risk pulmonary embolism. *N Engl J Med.* 2014;370:1402-1411.
7. Sharifi M, Bay C, Skrocki L, Rahimi F, Mehdipour M; MOPETT Investigators. Moderate pulmonary embolism treated with thrombolysis (from the "MOPETT" Trial). *Am J Cardiol.* 2013;111:273-277.
8. Sharifi M, Bay C, Schwartz F, Skrocki L. Safe-dose thrombolysis plus rivaroxaban for moderate and severe pulmonary embolism: drip, ship, and retrieve. *Clin Cardiol.* 2014;37:78-82.
9. Wang C, Zhai Z, Yang Y, et al. Efficacy and safety of low dose recombinant tissue-type plasminogen activator for the treatment of acute pulmonary thromboembolism: a randomized, multicenter, controlled trial. *Chest.* 2010; 137:254-262.
10. Kiser TH, Smyser M, McCreary EK, et al. Half-dose versus full-dose alteplase for treatment of pulmonary embolism. *Ann Pharmacother.* 2018;52:638-644.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Schulman S, Kearon C; Subcommittee on Control of Anticoagulation of the Scientific and Standardization Committee of the International Society on Thrombosis and Haemostasis. Definition of major bleeding in clinical investigations of antihemostatic medicinal products in non-surgical patients. *J Thromb Haemost.* 2005;3:692-694.
15. 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.

Cómo citar este artículo: Zaderenko N, et al. Trombolisis guiada por catéter con un protocolo abreviado para la embolia pulmonar aguda: un registro institucional. *REC Interv Cardiol*. 2026. https://doi.org/10.24875/RECIC.M26000641.