

Leczenie interwencyjne ostrej zatorowości płucnej wysokiego i pośredniego ryzyka – nowe metody przezcewnikowe

Interventional treatment of acute pulmonary embolism of high and intermediate-high risk: novel transcatheter methods

Stanisław Jankiewicz,
Sylwia Sławek-Szmyt,
Aleksander Araszkiwicz

I Klinika Kardiologii Uniwersytetu Medycznego
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

STRESZCZENIE

Zatorowość płucna i/lub zakrzepica żył głębokich jest trzecią najczęstszą chorobą układu sercowo-naczyniowego. Ta potencjalnie uleczalna choroba może w sytuacji niewłaściwego rozpoznania i leczenia skutkować niepełnosprawnością lub zgonem. Po trafnym rozpoznaniu ważny jest wybór metody leczenia uwzględniający stratyfikację ryzyka zgonu oraz powikłań krwotocznych. W niniejszym artykule omówiono nowe, niezwykle obiecujące, przezcewnikowe metody leczenia ostrej zatorowości płucnej (z uwzględnieniem jej podtypów).

Słowa kluczowe: zatorowość płucna, przeszskórna trombektomia, tromboliza przezcewnikowa, fragmentacja skrzepliny

Kardiol. Inwazyjna 2019, 14 (4), 3–8

ABSTRACT

Acute pulmonary embolism and/or deep vein thrombosis are the third most frequent cardiovascular disease. This potentially curable condition may lead to severe disability, or even death if undiagnosed and/or untreated. After proper diagnosis, it is crucial to choose optimal treatment modality, taking into consideration risk stratification and the risk of severe bleeding. In this paper we discuss novel transcatheter treatment modalities (and its subtypes) that seems to be very promising method.

Key words: acute pulmonary embolism, transcatheter embolectomy, transcatheter thrombolysis, cloth fragmentation

Kardiol. Inwazyjna 2019, 14 (4), 3–8

Wstęp

Zatorowość płucna (ZP) jest wynikiem zwężenia lub zamknięcia tętnicy płucnej lub jej rozgałęzień przez materiał zatorowy, najczęściej pochodzący ze skrzepliny umiejscowionej w układzie żył głębokich kończyn dolnych. Rzeczywista częstość występowania ZP jest trudna do oszacowania, między innymi z powodu przypadków o skąpoobjawowym przebiegu. Mimo to jej występowanie ocenia się na 39–115 przypadków/100 000 mieszkańców/rocznie [1]. Ta potencjalnie wyleczalna choroba może w przypadku opóźnionego lub niewłaściwego rozpoznania skutkować niepełnosprawnością chorego lub zgonem. Szczególnym wyzwaniem jest rosnąca grupa pacjentów kardioonkologicznych oraz takich, u których świeża ZP wynika z niemego wcześniej klinicznie nowotworu i jest wyrazem jego aktywności prozakrzepowej (paraneoplastycznej). W tej grupie pacjentów często występują również przeciwwskazania do trombolizy systemowej. Najwięcej kontrowersji wzbudzają jednak stratyfikacja ryzyka i leczenie pacjentów tak zwanego pośredniego-wysokiego ryzyka. Pacjenci z tej grupy nie mają rozwiniętych cech niestabilności hemodynamicznej (hipotonia, konieczność stosowania katecholamin, zaburzenia lub utrata świadomości), ale występują u nich cech przeciążenia prawej komory, podwyższone stężenia

markerów martwicy serca oraz wysoka punktacja w skali *Pulmonary Embolism Severity Index* (PESI). Zgodnie z wynikami badania *Pulmonary Embolism Thrombolysis Study* (PEITHO) w tej grupie chorych tromboliza systemowa nie jest wskazana, ponieważ ewentualne korzyści nie przeważają nad ryzykiem poważnych powikłań krwotocznych (przede wszystkim krwawieniem śródczaszkowym) [2]. U znaczącego odsetka pacjentów początkowo zakwalifikowanych do grupy pośredniego wysokiego ryzyka może jednak dojść do gwałtownego załamania hemodynamicznego i wtedy rokowanie ulega znacznemu pogorszeniu. Między innymi z powodu powyższych uwarunkowań oceną ryzyka i kwalifikacją do różnych metod leczenia powinien zajmować się wielodyscyplinarny zespół do spraw leczenia zatorowości płucnej (PERT, *Pulmonary Embolism Response Team*) [1, 3]. Dotychczasowe metody leczenia — antykoagulacja, tromboliza lub embolektomia chirurgiczna, zostały ostatnio poszerzone o nowoczesne techniki leczenia przezcewnikowego (CDT, *catheter-directed therapy*), takie jak trombektomia mechaniczna czy tromboliza miejscowa z użyciem cewnika (CDL, *catheter-directed thrombolysis*) [4]. Jest to szczególnie ważne, ponieważ techniki przezcewnikowe stanowią interesującą opcję leczniczą dla pacjentów, z wieloma współistniejącymi chorobami i wynikającymi z nich przeciwwskazaniami do „klasycznych” metod terapeutycznych, głównie do trombolizy systemowej. Ponadto w najnowszych wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego z 2019 roku [1] klasa zaleceń dla zastosowania CDT u pacjentów z pośrednim wysokim ryzykiem zgonu została podniesiona z IIb (zalecenia z roku 2014) do IIa, przy utrzymaniu klasy IIa dla pacjentów z wysokim ryzykiem śmiertelności wewnątrzszpitalnej i to pomimo braku większych badań klinicznych z randomizacją porównujących CDT do innych metod leczenia. Szerzej kwestię wyboru rodzaju CDT w zależności od poziomu ryzyka śmiertelności oraz przeciwwskazań do trombolizy omówiono w konsensusie terapeutycznym leczenia ZP amerykańskiego PERT Consortium [3]. W niniejszym artykule zostaną omówione nowe metody leczenia przezcewnikowego ZP.

Rodzaje metod przezcewnikowych w leczeniu ZP

Dynamiczny rozwój technik przezskórnych w kardiologii interwencyjnej poszerzył spektrum terapeutyczne w ZP. Obecnie dostępne są 3 typy terapii przezcewnikowej: miejscowe podawanie leku trombolitycznego do tętnic płucnych wypełnionych materiałem zatorowym, fragmentacja skrzepliny oraz trombembolektomia aspiracyjna lub mechaniczna przy użyciu dedykowanych urządzeń [4]. Kluczowa przy wyborze typu interwencji jest wnikliwa analiza stanu klinicznego pacjenta, badań obrazowych, a także ryzyka powikłań krwotocznych i przeciwwskazań

do podania leków trombolitycznych. Należy także zauważyć, że skuteczna interwencja jest czasem wynikiem hybrydowego zastosowania wymienionych metod.

Tromboliza przezcewnikowa

Główną zaletą trombolizy miejscowej/przezcewnikowej jest znaczne zminimalizowanie dawki leku trombolitycznego, a tym samym ryzyka poważnych powikłań krwotocznych (krwawienie śródczaszkowe lub z przewodu pokarmowego). Może ona być stosowana u pacjentów bez bezwzględnych przeciwwskazań do trombolizy. Konieczne jest jednak wprowadzenie (z dostępu przez żyłę centralną udową lub szyjną wewnętrzną) cewnika (np. Unifuse) do tętnicy płucnej, oraz podawanie tą drogą niewielkiej dawki leku trombolitycznego (najczęściej r-tPA) we wlewie ciągłym przez określony czas. Istnieje również dedykowany cewnik — EkoSonic (EKOS/BTL, Boston Scientific, Minneapolis, MN, USA), który poza podawaniem leku przez boczne otwory umożliwia też wspomaganie trombolizy poprzez przekazywanie energii fal ultradźwiękowych (USAT, *ultrasound assisted catheter-directed thrombolysis*) [5]. Pierwsze doniesienia na temat skuteczności takiego leczenia są bardzo zachęcające. W niewielkim badaniu z randomizacją *Ultrasound Accelerated Thrombolysis of Pulmonary Embolism* (ULTIMA) przydzielano chorych z ZP pośredniego wysokiego ryzyka do grupy USAT (10–20 mg rt-PA w ciągu 24 godzin) albo do grupy leczonej niefrakcjonowaną heparyną (UFH, *unfractionated heparin*). Punktem końcowym było zmniejszenie wskaźnika prawej komory (RV, *right ventricle*)/lewej komory (LV, *left ventricle*) po 24 godzinach leczenia. W grupie USAT uzyskano zmniejszenie wskaźnika o $0,3 \pm 0,2$, natomiast w grupie UFH o $0,03 \pm 0,16$ ($p < 0,001$) [6]. W rejestrze *Submassive and Massive Pulmonary Embolism Treatment with Ultrasound Accelerated Thrombolysis Therapy* (SEATTLE II) [7] do którego włączono 150 pacjentów z ZP wysokiego lub pośredniego wysokiego ryzyka stwierdzono: niższą śmiertelność 30-dniową (2,7%), szybszą redukcję ciśnień w krążeniu płucnym (PAP [*pulmonary artery pressure*] przed 51,4 mm Hg v. 36,9 mm Hg $p < 0,0001$) i wymiarów prawej komory (stosunek RV/LV 1,55 v. 1,13, $p < 0,0001$) po 48 godzinach od wdrożenia leczenia. Podobne wyniki uzyskano w rejestrze *Pulmonary Embolism Response to Fragmentation, Embolectomy, and Catheter Thrombolysis* (PERFECT) (101 pacjentów leczonych). Nie zauważono różnic pomiędzy pacjentami, u których włączono wspomaganie ultradźwiękowe trombolizy, a tymi leczonymi wyłącznie wlewem miejscowym trombolityku [8]. Należy jednak ostrożnie interpretować te dane z powodu stosunkowo niewielkiej liczebności grupy badanej. Uniemożliwia to obecnie definitywną

ocenę skuteczności USAT w porównaniu z innymi metodami leczenia przezcewnikowego. W badaniu *Optimum Duration of Acoustic Pulse Thrombolysis Procedure in Acute Intermediate-Risk Pulmonary Embolism* (OPTALYSE) oceniano skuteczność prowadzenia USAT w zależności od: czasu trwania (2–6 godzin), podanej dawki (4–24 mg tPA) i miejsca infuzji (jedno v. oba pęca) [9]. Stwierdzono porównywalne we wszystkich 4 grupach zmniejszenie stosunku RV/LV (mierzonego w angio-CT [computed tomography angiography] tętnic płucnych) oraz większą redukcję objętości materiału zatorowego (mierzoną wskaźnikiem Millera) przy zastosowaniu większych dawek i dłuższego czasu USAT po 48 godzinach od rozpoczęcia leczenia.

W sytuacji, kiedy jakiegokolwiek podanie leku trombolitycznego jest bezwzględnie przeciwwskazane lub było ono nieskuteczne, bardzo pomaga użycie urządzeń do trombektomii przezskórnej.

Fragmentacja skrzepliny

Jedną z technik dostępnych przez lata była fragmentacja skrzeplin poprzez rotowanie cewnikiem typu pig-tail w tętnicach płucnych. Technikę tę cechowała stosunkowo niska skuteczność, choć niektóre prace obserwacyjne w niewielkich grupach pokazywały jej przydatność kliniczną [10]. Niewątpliwą zaletą tej metody była jednak jej prostota, powszechna dostępność w pracowniach hemodynamicznych i niskie koszty. Innym dostępnym systemem do fragmentacji jest urządzenie CLEANER XT (Rex Medical, Conshohocken, PA, USA). Wprowadza się je przez cewnik do miejsca, gdzie zlokalizowany jest materiał zatorowy, a następnie uruchamia układ zasilający, który obraca atraumatyczną końcówkę w kształcie sinusoidy powodującej fragmentację skrzepliny. Pojedyncze opisywane przypadki wykazały skuteczność zastosowania tego urządzenia u pacjentów z ZP [11, 12].

Przecewnikowa trombektomia

Trombektomia reolityczna z zastosowaniem systemu AngioJet PE (Boston Scientific, Minneapolis, MN, USA) jest stosowana przez wiele ośrodków w leczeniu ZP szczególnie w przypadku skrzeplin położonych proksymalnie. Zastosowanie urządzenia pozwala również na wstępne nastrzyknięcie skrzepliny małą dawką leku trombolitycznego w trybie PowerPulse. Opisy serii przypadków, pochodzące również z naszego kraju, pokazują stosunkowo dużą skuteczność systemu Angiojet [13, 14]. Podczas jego stosowania może jednak również dochodzić do znacznego nasilenia hemolizy co często skutkuje poważnymi działaniami niepożądanymi, takimi jak: hipotonia, bradykardia, drgawki (uwalnianie bradykininy i adenozyiny

z erytrocytów) czy nasilenia niewydolności nerek (hemoglobinuria) [15]. Dlatego w *Food and Drug Administration* wydano ostrzeżenie dla używania systemu AngioJet w leczeniu ZP [4].

Kolejnym systemem, który został zastosowany w leczeniu ZP, jest urządzenie AspirexS (Straub Medical, Wangs, Szwajcaria). Wprowadza się je przez cewnik 8F i działa na zasadzie obrotu śruby Archimedesesa, powodując aspirację i fragmentację skrzepliny z przesunięciem jej do cewnika. Układ napędowy powoduje obroty z częstością 40 000/min. Ukazały się pojedyncze badania obserwacyjne dotyczące zastosowania tej metody u pacjentów z ZP [16].

Obecnie jednym z częściej stosowanych systemów jest Indigo (Penumbra Inc, Alameda, CA, USA). Umożliwia on bezpośrednią aspirację skrzeplin z łożyska płucnego poprzez 8Fr (CAT8TRQ) cewnik podłączony do pompy ssącej. Zaletą tego systemu jest prawie natychmiastowa poprawa stanu hemodynamicznego i klinicznego, jednak kosztem okołozabiegowej utraty krwi i niekiedy koniecznością jej przetoczenia po zabiegu (z doświadczenia autorów przeciętna utrata krwi/zabieg to około 150–400 ml). Należy również zwrócić uwagę na fakt, że średnica cewnika (8 Fr) uniemożliwia aspirację dużych skrzeplin w całości, jednak poprzez zmniejszenie jej rozmiarów znacznie poprawia przepływ w obrębie zajętych tętnic płucnych, oraz kontakt skrzepliny z lekiem (heparyna/VKA/DOAC). Pierwsze opisy przypadków oraz badania obserwacyjne w niewielkich grupach pacjentów są niezwykle zachęcające, jednak z oceną skuteczności należy poczekać do czasu zakończenia wieloośrodkowego badania z randomizacją *Evaluating the Safety and Efficacy of the Indigo® Aspiration System in Acute Pulmonary Embolism* (EXTRACT-PE) (NCT03218566) [17–19].

W celu aspiracji dużych skrzeplin z odgałęzień pnia płucnego zaprojektowano system Flowtriever (Inari Medical, Irvine, CA, USA). Jest to cewnik z trzema nitinolowymi dyskami otwierającymi się po wysunięciu z 20 Fr koszulki, który po wprowadzeniu w obręb skrzepliny umożliwia jej aspirację w całości. W badaniu *FlowTrievers Pulmonary Embolectomy Clinical Study* (FLARE) (104 pacjentów leczonych przezskórnie embolktomią systemem Flowtriever) stwierdzono znaczne zmniejszenie stosunku RV/LV w ciągu 48 h po zabiegu (1,56 v. 1,15, $p < 0,0001$; redukcja o 0,38). Czas hospitalizacji wyniósł średnio 4,1 doby (w tym u 41,3% średnio 1,5 doby), przy stosunkowo niskim odsetku poważnych zdarzeń niepożądanych, 4 pacjentów (3,8%) doświadczyło kolejno masywnego krwiopłucia prawdopodobnie w wyniku obrzęku poreperfuzyjnego, wykonano lobektomię dolnego płata; 2 pacjentów pogorszenia wydolności

oddechowej wymagające intubacji oraz zawału serca STEMI — leczonego angioplastyką tętnicy wieńcowej. Pewną obawę rodzi również średnica koszulki naczyniowej (20 Fr) oraz ryzyko krwiaków w miejscu dostępu naczyniowego dla tak dużego urządzenia [20].

Podsumowując, CDT jest szybko rozwijającą się metodą leczenia pacjentów z ZP wysokiego i pośredniego wysokiego zwłaszcza z przeciwwskazaniami do trombolizy lub z nieskutecznym leczeniem trombolitycznym. Zwiększa się liczba urządzeń stosowanych do trombektomii, oraz doświadczenie ośrodków i poszczególnych operatorów, co sprzyja podejmowaniu decyzji o zastosowaniu CDT u coraz większej liczby pacjentów, również jako alternatywie do leczenia operacyjnego. Natomiast optymalna technika zabiegu oraz wybór najlepszego urządzenia są wciąż przedmiotem debaty.

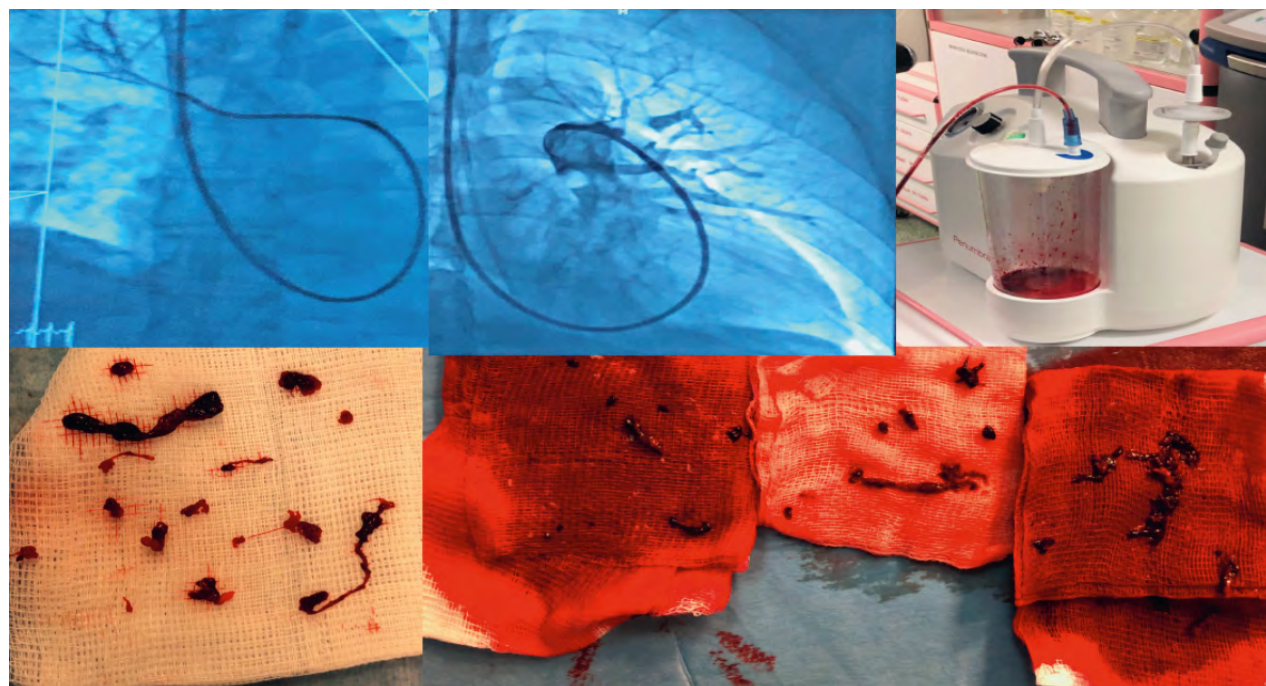
Opis przypadku

Kobieta, lat 65, została przekazana do kliniki kardiologii z kliniki chirurgii naczyń w pierwszej dobie po obustronnej trombembolii tętnic ramiennych z powodu ostrego niedokrwienia kończyn górnych z podejrzeniem zatorowości płucnej.

W wywiadzie pacjentka miała nadciśnienie tętnicze, cukrzycę typu 2, przewlekłą niewydolność nerek w stadium 3b (poziom przesączania kłębuszkowego 37 ml/min), przebytą endoprotezoplastykę biodra lewego oraz usunięcie z powodu zakażenia protezy (kilka tygodni wcześniej). W badaniu przedmiotowym przy przyjęciu: duszność spoczynkowa z saturacją 83%, tachypnoe (36 oddechów/min), tachykardia z częstością rytmu serca 120/min,

ciśnienie tętnicze 110/60 mm Hg. W badaniach laboratoryjnych: stężenie D-dimerów 8998 ng/ml (norma < 500 ng/ml); stężenie troponiny I: 0.357 ng/ml (norma < 0,050 ng/ml); stężenie N-końcowego fragmentu propeptydu natriuretycznego typu B (NT-proBNP): 617 pg/mL (norma < 125 pg/mL). W badaniu elektrokardiograficznym stwierdzono tachykardię zatokową z obecnością ujemnych załamków T w odprowadzeniach III, V1–V3. W badaniu echokardiograficznym przezklatkowym zobrazowano powiększoną RV: 42 mm z cechami przeciążenia i łagodną niedomykalnością zastawki trójdzielnej (TRV max: 2,5 m/s) oraz skróceniem czasu AcT do 70 ms (norma > 100 ms), przy niepowiększonej lewej komorze o zachowanej kurczliwości (frakcja wyrzutowa 55%). W wykonanym angio-CT klatki piersiowej stwierdzono obecność materiału zatorowego obustronnie na podziale tętnic płucnych na tętnice płatowe przechodzącego na tętnice segmentalne. W USG doppler żył kończyn dolnych wykazano proksymalną zakrzepicę w obrębie żył głębokich lewej kończyny dolnej.

Ryzyko wczesnej śmiertelności oszacowano według parametrów echokardiograficznych, markerów biochemicznych oraz skali PESI (PESI 115 punktów [klasa IV], sPESI 2 punkty) jako wysokie. Wdrożono leczenie UFH w ciągłym wlewie dożylnym według APTT (*activated partial thromboplastin time*). Wobec pogorszenia klinicznego z nasileniem duszności po 48 godzinach leczenia farmakologicznego oraz współistniejące wysokie ryzyko krwawienia po przebytej operacji naczyniowej wykonano przezskórną trombektomię aspiracyjną z użyciem systemu Indigo (Penumbra, Alameda, CA, USA) i cewnika o rozmiarze 8F (CAT8TRQ), uzyskując dużą ilość



Rycina 1. Przezskórną trombektomię aspiracyjną

skrzepliny i poprawę perfuzji, z pozostawieniem resztkowej skrzepliny w prawej tętnicy płucnej (ryc. 1). Zabieg przerwano z powodu zmniejszenia ciśnienia w tętnicy płucnej oraz utraty około 300 ml krwi. Cewnik pozostawiono w prawej tętnicy płucnej celem podania wewnątrznaczyniowej trombolizy (alteplaza w dawce 1 mg/godzinę przez 24 godziny). W kontrolnej angiografii stwierdzono zmniejszenie rozmiarów skrzepliny z widoczną poprawą obwodowej perfuzji oraz spadek średniego ciśnienia w tętnicy płucnej z wyjściowego 29 mm Hg do 19 mm Hg. W kolejnych dobach stan chorej uległ istotnej poprawie. Zmieniono UFH na dabigatran w dawce 110 mg dwa razy dziennie. W badaniu echokardiograficznym przezprętkowym stwierdzono drożny przetrwały otwór owalny, jednak pacjentka nie wyraziła zgody na zabieg przezskórny zamknięcia. Pacjentkę wypisano do domu w stanie ogólnym dobrym w czternastej dobie hospitalizacji. Ponowną ocenę kardiologiczną przeprowadzono po trzech i sześciu miesiącach — pacjentka nie zgłaszała objawów, a w badaniu echokardiograficznym nie stwierdzono cech nadciśnienia płucnego.

Piśmiennictwo:

1. Konstantinides SV, Meyer G. The 2019 ESC Guidelines on the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism. *Eur Heart J*. 2019; 40(42): 3453–3455, doi: [10.1093/eurheartj/ehz726](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz726), indexed in Pubmed: [31697840](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31697840/).
2. Meyer G, Vicaut E, Danays T, et al. PEITHO Investigators. Fibrinolysis for patients with intermediate-risk pulmonary embolism. *N Engl J Med*. 2014; 370(15): 1402–1411, doi: [10.1056/NEJMoa1302097](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1302097), indexed in Pubmed: [24716681](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24716681/).
3. Rivera-Lebron B, McDaniel M, Ahrar K, et al. PERT Consortium. Diagnosis, Treatment and Follow Up of Acute Pulmonary Embolism: Consensus Practice from the PERT Consortium. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2019; 25: 1076029619853037, doi: [10.1177/1076029619853037](https://doi.org/10.1177/1076029619853037), indexed in Pubmed: [31185730](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31185730/).
4. Schultz J, Andersen A, Kabrhel C, et al. A porcine in-vivo model of acute pulmonary embolism. *Pulm Circ*. 2018; 8(1): 2045893217738217–1727, doi: [10.1177/2045893217738217](https://doi.org/10.1177/2045893217738217), indexed in Pubmed: [28971735](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28971735/).
5. Stępniewski J, Kopec G, Magoń W, et al. Ultrasound-assisted, catheter-directed, low-dose thrombolysis for the treatment of acute intermediate-high risk pulmonary embolism. *Pol Arch Intern Med*. 2018; 128(6): 394–395, doi: [10.20452/pamw.4272](https://doi.org/10.20452/pamw.4272), indexed in Pubmed: [29806658](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29806658/).
6. 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(4): 479–486, doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005544](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005544), indexed in Pubmed: [24226805](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24226805/).
7. Piazza G, Hohlfelder B, Jaff M, et al. A Prospective, Single-Arm, Multicenter Trial of Ultrasound-Facilitated, Catheter-Directed, Low-Dose Fibrinolysis for Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2015; 8(10): 1382–1392, doi: [10.1016/j.jcin.2015.04.020](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.04.020).
8. 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(3): 667–673, doi: [10.1378/chest.15-0119](https://doi.org/10.1378/chest.15-0119), indexed in Pubmed: [25856269](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25856269/).
9. 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(14): 1401–1410, doi: [10.1016/j.jcin.2018.04.008](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.04.008), indexed in Pubmed: [30025734](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30025734/).
10. Schmitz-Rode T, Janssens U, Duda SH, et al. Massive pulmonary embolism: percutaneous emergency treatment by pigtail rotation catheter. *J Am Coll Cardiol*. 2000; 36(2): 375–380, doi: [10.1016/s0735-1097\(00\)00734-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00734-8), indexed in Pubmed: [10933345](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10933345/).
11. Barjaktarevic I, Friedman O, Ishak C, et al. Catheter-directed clot fragmentation using the Cleaner™ device in a patient presenting with massive pulmonary embolism. *J Radiol Case Rep*. 2014; 8(2): 30–36, doi: [10.3941/jrcr.v8i2.1455](https://doi.org/10.3941/jrcr.v8i2.1455), indexed in Pubmed: [24967017](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24967017/).
12. Kurzyńska M, Pietrasik A, Opolski G, et al. Contemporary methods for the treatment of pulmonary embolism — is it prime-time for percutaneous interventions? *Kardiologia i Pol. 2017; 75(11): 1161–1170*, doi: [10.5603/KPa.2017.0125](https://doi.org/10.5603/KPa.2017.0125), indexed in Pubmed: [28715074](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28715074/).
13. Latacz P, Simka M, Brzegowy P, et al. Treatment of high- and intermediate-risk pulmonary embolism using the AngioJet percutaneous mechanical thrombectomy system in patients with contraindications for thrombolytic treatment - a pilot study. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2018; 13(2): 233–242, doi: [10.5114/wiitm.2018.75848](https://doi.org/10.5114/wiitm.2018.75848), indexed in Pubmed: [30002757](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30002757/).
14. Roik M, Wretowski D, Łabyk A, et al. Initial experience of pulmonary embolism response team with percutaneous embolectomy in intermediate-high- and high-risk acute pulmonary embolism. *Kardiologia i Pol. 2019; 77(2): 228–231*, doi: [10.5603/KPa.2018.0239](https://doi.org/10.5603/KPa.2018.0239), indexed in Pubmed: [30566224](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30566224/).
15. Bonvini RF, Righini M, Roffi M. Angiojet rheolytic thrombectomy in massive pulmonary embolism: locally efficacious but systemically deleterious? *J Vasc Interv Radiol*. 2010; 21(11): 1774–6; author reply 1776, doi: [10.1016/j.jvir.2010.01.051](https://doi.org/10.1016/j.jvir.2010.01.051), indexed in Pubmed: [21029953](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21029953/).
16. Bayiz H, Dumantepe M, Teymen B, et al. Percutaneous aspiration thrombectomy in treatment of massive pulmonary embolism. *Heart Lung Circ*. 2015; 24(1): 46–54, doi: [10.1016/j.hlc.2014.06.014](https://doi.org/10.1016/j.hlc.2014.06.014), indexed in Pubmed: [25060976](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25060976/).
17. Ciampi-Dopazo JJ, Romeu-Prieto JM, Sánchez-Casado M, et al. Aspiration Thrombectomy for Treatment of Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism: Initial Single-Center Prospective Experience. *J Vasc Interv Radiol*. 2018; 29(1): 101–106, doi: [10.1016/j.jvir.2017.08.010](https://doi.org/10.1016/j.jvir.2017.08.010), indexed in Pubmed: [29102272](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29102272/).
18. Pieraccini M, Guerrini S, Laiolo E, et al. Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism: Preliminary Validation of Aspiration Mechanical Thrombectomy in Patients with Contraindications to Thrombolysis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2018; 41(12): 1840–1848, doi: [10.1007/s00270-018-2011-3](https://doi.org/10.1007/s00270-018-2011-3), indexed in Pubmed: [29980817](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29980817/).

19. Roik M, Wretowski D, Machowski M, et al. Successful treatment of intermediate-high-risk pulmonary embolism with aspiration thrombectomy: first experience in Poland. *Kardiol Pol.* 2018; 76(9): 1381, doi: [10.5603/KP.2018.0190](https://doi.org/10.5603/KP.2018.0190), indexed in Pubmed: [30211948](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30211948/).
20. Tu T, Toma C, Tapson VF, et al. FLARE Investigators. 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(9): 859–869, doi: [10.1016/j.jcin.2018.12.022](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.12.022), indexed in Pubmed: [31072507](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31072507/).

Adres do korespondencji:

dr n. med. Stanisław Jankiewicz
I Klinika Kardiologii Uniwersytetu Medycznego
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Szpital Kliniczny Przemienienia Pańskiego
ul. Długa 1/2, 61–848 Poznań
tel.: 61 854 91 46, faks: 61 854 90 85
e-mail: stanislaw.jankiewicz@skpp.edu.pl