



**Interventionelle Behandlung der Lungenembolie**  
Implikationen für den Hausarzt und die KHK

**Prof. Dr. Jan-Malte Sinning**  
Department of Cardiology & Rhythmology  
St. Vincent Hospital Cologne, Germany

**Potential conflicts of interest**

**Receipt of grants / research support:**  
Boston Scientific, Edwards Lifesciences, and Medtronic.

**Proctor:**  
Medtronic and Boston Scientific.

**Scientific Advisory Board:**  
Abbott, Abiomed, Boston Scientific, Boehringer Ingelheim, JenaValve, Medtronic, Philips, and Shockwave Medical.

**Receipt of speaker honoraria and/or travel expenses:**  
Abbott, Abiomed, Astra Zeneca, Bayer, Boehringer Ingelheim, Boston Scientific, Bristol Myers Squibb, DocCheck, Edwards Lifesciences, Inari, JenaValve, Medtronic, Novartis, Novo Nordisk, Occlutech, Pfizer, Philips, Shockwave Medical, and Zoll.

**Aktuelle ESC-Leitlinie 2019 und DGK-Positionspapier 2023**

**ESC GUIDELINES**  
2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS)

**Interventionelle Therapie und multidisziplinäre Managementstrategien für die akute Lungenembolie**

**Authors/Task Force Members:** Stavros V. Konstantinides\* (Chairperson) (Germany), Giuseppe Gheorghiade\* (Co-Chairperson) (France), Cecilia Becattini (Italy), Hector Bueno (Spain), Geert-Jan Geesting (Netherlands), Veeli-Pekka Harjola (Finland), Massimo V. Hullman (Netherlands), Marc Humbert\* (France), Catherine Stan Jameson (United Kingdom), David Jiménez (Spain), Niko Kucher (Switzerland), Irene Marthe Lang (Austria), Mariska Lankat (Germany), Roberto Lorusso (Netherlands), Lucia Mazzolai (Switzerland), Nicolas Meneveau (France), Fionnuala Ní Ainle (Ireland), Paolo Prandoni (Italy), Piotr Pruszczyk (Poland), Marc Righini (Switzerland), Adam Torbicki (Poland), Eric Van Belle (France), and José Luis Zamora (Spain)

**Ghanem et al., Kardiologie 2023**  
<https://doi.org/10.1007/s12181-023-00610-7>

**Konstantinidis V et al, Eur Heart J 2020**  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405/5556136>

**Deutscher Kommentar zur ESC-Leitlinie 2019**

**DGK.** Deutsche Gesellschaft für Kardiologie  
**ESC** European Society of Cardiology

**ESC Pocket Guidelines**  
European Society of Cardiology (ESC)  
Deutscher Kommentar zur Leitlinie DOK

**Management der akuten Lungenembolie**

**Konstantinidis V et al, DGK 2019**  
Kommentar zu den ESC Leitlinien

**Revidierter Genfer Score zur klinischen Vorhersage einer LE**

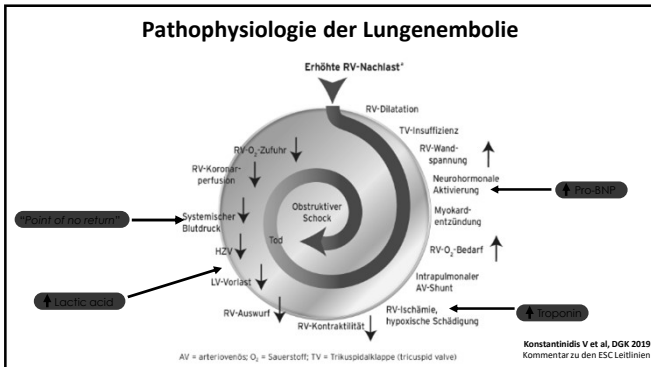
Symptome/Befunde/ prädisponierende Faktoren	Punkte im klinischen Entscheidungs-Score		Klinische Wahrscheinlichkeit			
	Original-version	Vereinfachte Version	Drei-Stufen-Score	Niedrig	Mittel	Hoch
frühere LE oder TVT	3	1				
Herzfrequenz						
75-94 Schläge pro Minute	3	1		0-3	0-1	
≥95 Schläge pro Minute	5	2		4-10	2-4	
Operation oder Knochenfraktur innerhalb des vorigen Monats	2	1				≥11
Hämoptysen	2	1				≥5
aktive Krebserkrankung	2	1				
einseitiger Beinbeschmerz	3	1	LE unwahrscheinlich	0-5	0-2	
Schmerzen bei tiefer Palpation der unteren Extremität und einseitiges Beinödem	4	1	LE wahrscheinlich	≥6	≥3	
Alter >65 Jahre	1	1				

**Konstantinidis V et al, DGK 2019**  
Kommentar zu den ESC Leitlinien

**Pulmonary Embolism Severity Index - Prognoseabschätzung**

Parameter	Original-version	Vereinfachte Version	Klasse III: 66-105 Punkte (3,2-7,1%) Klasse IV: 106-125 Punkte (4,0-11,4%) Klasse V: >125 Punkte (sehr hohes Mortalitätsrisiko (10,0-24,5%))	≥1 Punkte) = 30 Tage Mortalitätsrisiko 10,9% (95% CI 8,5-13,2%)
Alter	Alter in Jahren	1 Punkt (wenn >80 Jahre)		
männliches Geschlecht	+10 Punkte	-		
Krebserkrankung	+30 Punkte	1 Punkt		
chronische Herzinsuffizienz	+10 Punkte	1 Punkt		
chronische Lungenerkrankung	+10 Punkte			
Herzfrequenz ≥110/min	+20 Punkte	1 Punkt		
Systolischer BP <100 mmHg	+30 Punkte	1 Punkt		
Atemfrequenz >30 Atemzüge pro Minute	+20 Punkte	-		
Körpertemperatur <36°C	+20 Punkte	-		
verändertes Bewusstseinsniveau	+60 Punkte	-		
arterielle Oxyhämoglobin-Sättigung <90%	+20 Punkte	1 Punkt		

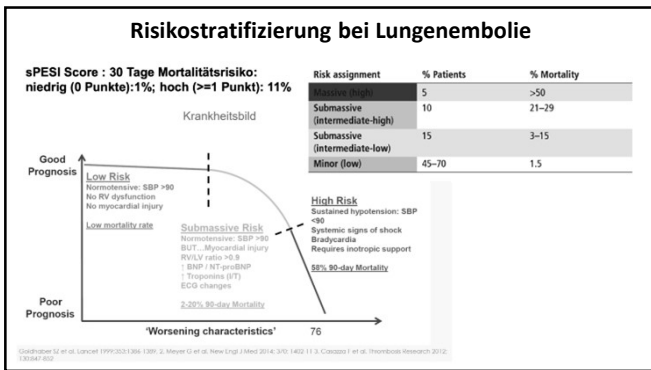
**Konstantinidis V et al, DGK 2019**  
Kommentar zu den ESC Leitlinien



### Risikostratifizierung bei Lungenembolie

Frühes Sterberisiko	Risiko-Indikatoren			
	Hämodynamische Instabilität <sup>1</sup>	Klinische Parameter des LE-Schweregrads und/oder Komorbidität: PESI-Klasse III-V oder sPESI ≥1	RV-Dysfunktion in der TTE oder CTPA <sup>2</sup>	Erhöhte kardiale Troponin-Spiegel <sup>3</sup>
Hoch	+	(+) <sup>4</sup>	+	(+)
Intermediär	Intermediär-hoch	-	+ <sup>5</sup>	+
	Intermediär-niedrig	-	+ <sup>6</sup>	Eins (oder keins) positiv
Niedrig	-	-	-	Bestimmung optional; falls bestimmt, negativ

Konstantinidis V et al, DGK 2019  
Kommentar zu den ESC-Leitlinien



### Behandlung bei intermediärem Risiko ? Pulmonary Embolism Thrombolysis (PEITHO) trial

Outcome	Tenecteplase (N=506)	Placebo (N=499)	Odds Ratio (95% CI)	P Value
Primary outcome — no. (%)	13 (2.6)	28 (5.6)	0.44 (0.23-0.87)	0.02
Death from any cause	6 (1.2)	9 (1.8)	0.65 (0.23-1.85)	0.42
Hemodynamic decompensation	8 (1.6)	25 (5.0)	0.30 (0.14-0.68)	0.002

Outcome	Tenecteplase (N=506)	Placebo (N=499)	Odds Ratio (95% CI)	P Value
Bleeding between randomization and day 7				
Major extracranial bleeding	32 (6.3)	6 (1.2)	5.55 (2.3-13.39)	<0.001
Minor bleeding	165 (32.6)	43 (8.6)		
Major bleeding	58 (11.5)	12 (2.4)		
Stroke between randomization and day 7	12 (2.4)	1 (0.2)	12.10 (1.57-93.39)	0.003
Ischemic stroke	2 (0.4)	0		
Hemorrhagic stroke	10 (2.0)	1 (0.2)		

Meyer G et al, NEJM 2014  
https://doi.org/10.1056/NEJMoa1302097

### Behandlung der Lungenembolie nach Leitlinie

Frühes Sterberisiko	Therapieempfehlung
25-50%	Hoch: Lyse (IA), Lyseversagen/KI: chir. Embolektomie (IC), Katheterbasierte Verfahren (IIaC)
6-15%	Intermediär-hoch: Antikoagulation (IA), bei Verschlechterung (ca. 5%, PEITHO): Rescue-Lyse (IB), chir. Embolektomie (IIaC), Katheterbasierte Verfahren (IIaC)
< 1%	Intermediär-niedrig: Antikoagulation (IA)
	Niedrig: Antikoagulation (IA)

Konstantinidis V et al, DGK 2019  
Kommentar zu den ESC-Leitlinien

### Fallbeispiel aus der Praxis

**Patient**

- Alter: 55 years
- Geschlecht: weiblich
- 170cm, 125kg (BMI 43)

**Klinik**

- Vorstellung NA mit Oberbauchschmerzen, thorakalem Druckgefühl und Dyspnoe
- Abend vorher dünnflüssiger Stuhlgang
- V.a. ACS?

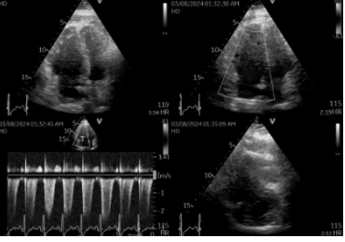
**Komorbiditäten**

- Thyreidektomie bei M. Basedow und kaltem Knoten links
- Adipositas (BMI = 43)
- Raucherin (15py)

**“Thrombembolie-Anamnese”**

- Faktor V Leiden Mutation mit z.n. 2x TVT mit 24 und 46 Jahren Kompressionsstrümpfe

### Fallbeispiel aus der Praxis

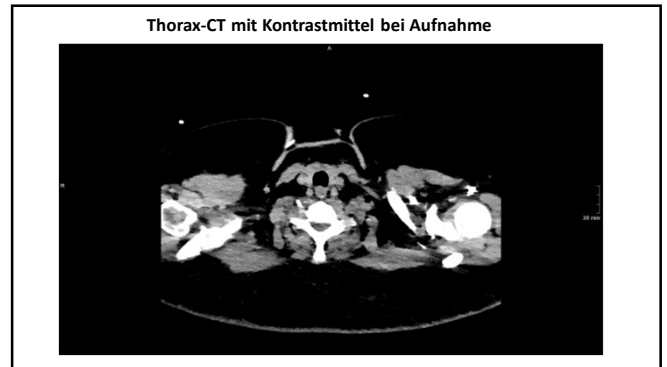


**Echokardiographie (bei Aufnahme)**

- RV > LV
- PAPsys = 55mmHg
- TAPSE 11mm
- McConnell Zeichen +
- D-shape
- TI III/V

**Labor**

- Crea = 0,6 mg/dl, GFR >90ml/min, INR = 1,06; TSH = 1,05 uIU/ml
- Arterielle BGA: ph = 7,47, Laktat 6,1 mmol/l, pco2 = 31mmhg, pO2 = 58 mmHg
- hsTroponin T 0,436 ng/ml, D-Dimere deutlich erhöht



### Fallbeispiel aus der Praxis

Frühes Sterberisiko	Risiko-indikatoren			
	Hämo-dynamische Instabilität*	Klinische Parameter des LE-Schweregrads und/oder Komorbidität: PESI-Klasse III-V oder sPESI ≥1	RV-Dysfunktion in der TTE oder CTPA*	Erhöhte kardiale Troponin-Spiegel*
Hoch	+	(+)*	+	(+)
Intermediär	intermediär hoch	++	+	+
Intermediär	intermediär niedrig	++	Eins (oder keins) positiv	
Niedrig	-	-	-	Bestimmung optional; falls bestimmt, negativ

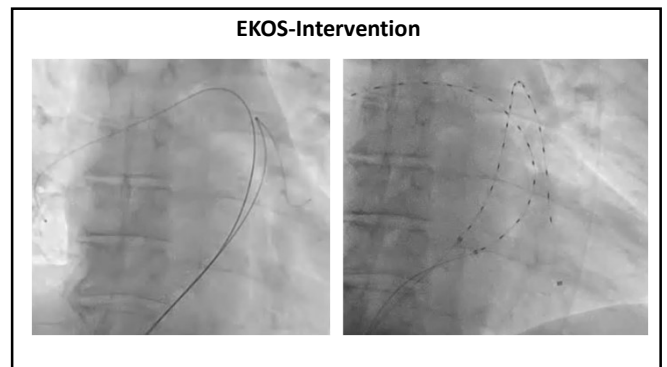
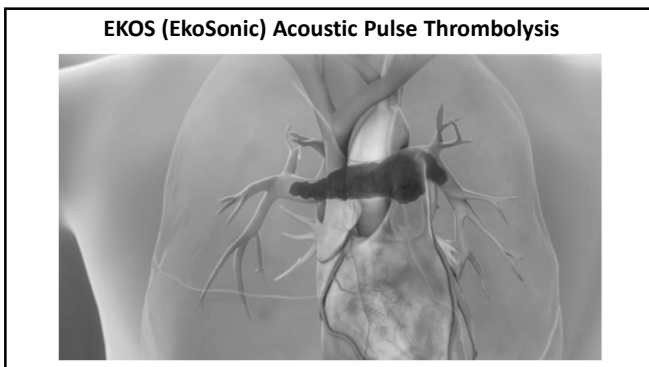
**Zentrale LAE bds. (CT)**

- Hämodynamisch stabil
- (RR 115/75 mmHg, HF 100/min.)
- RV-Dysfunktion (TTE und CT)
- Erhöhte Biomarker

**Intermediär-hoch**

### Fallbeispiel aus der Praxis

Frühes Sterberisiko	Therapieempfehlung	
	Risiko	Empfehlung
25-50%	Hoch	<b>Lyse (IA)</b> , Lyseversagen/KI: chir. Embolektomie (IC), Katheterbasierte Verfahren (IlaC)
	Intermediär	<b>Antikoagulation (IA)</b> , bei Verschlechterung (ca. 5% PEITHO): Rescue-Lyse (IB), chir. Embolektomie (IlaC), Katheterbasierte Verfahren (IlaC)
6-15%	Intermediär	<b>Antikoagulation (IA)</b>
< 1%	Niedrig	

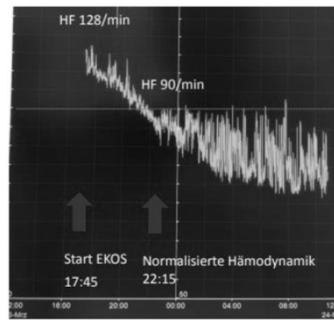


### Hämodynamik nach EKOS-Intervention

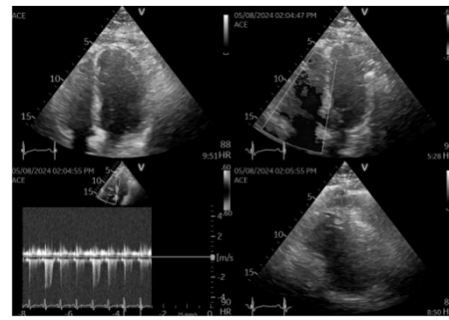
#### Nach 3 Std. EKOS-Therapie:

- Laktat 3,1mmol/l
- Art. BGA normalisiert

10 Stunden Behandlungszeit  
1mg rtPA pro Seite pro Std =  
20 mg rtPA-Lyse



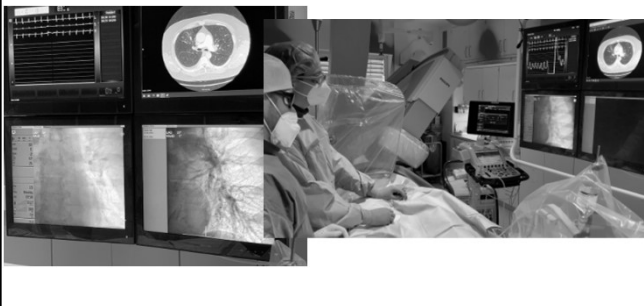
### Echokardiographie 2 Tage nach EKOS-Intervention



PAPsys = 38mmHg

TAPSE 20mm

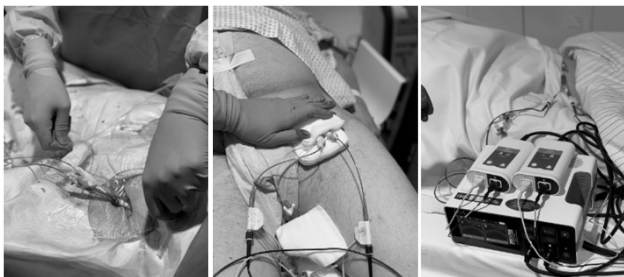
### EKOS-Intervention



### EKOS-Intervention



### EKOS-Intervention



### 2. Fallbeispiel aus der Praxis

- 77-jähriger Patient aus der GCH: 01/2024 pAVK IV links mit eitriger Phlegmone, Verschluss A. femoralis superficialis, diabetisches Fußsyndrom
- Angio, Femoralis-TEA, femoropoplitealer Bypass → Wundinfekt (Gangrän) → Unterschenkel Amputation
- 02/2024 nächtliche Luftnot → Konsil KARD
- Vorerkrankungen: div. GCH vor OPs, DM II, Chronische Niereninsuffizienz
- BMI 37,6 kg/m<sup>2</sup>
- Dyspnoe (NYHA III)
- RR 90/55 mmHg, HF 100/min, AF 15/min, SpO2 88% unter 4l O2

12-Kanal EKG o.p.B.

Keine aktuellen Biomarker (D-Dimer, Troponin), Kreatinin 2,5

### 2. Fallbeispiel aus der Praxis

**Echokardiographie:**

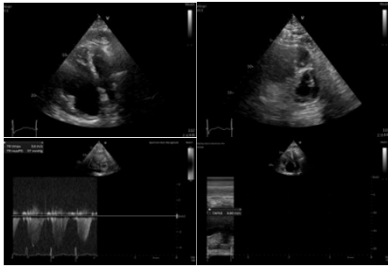
- sPAP 57 mmHg, TAPSE 9 mm, „D-shape“
- VCI dilatiert, starr

**Duplex Beinvenen:**

- femoral o.B.

→ In RS mit Radiologie Pulmonalis-CT trotz erhöhter Retentionsparameter (Krea 2,5) bei klinisch hochgradigem v.a. LAE und Rechterherzbelastung

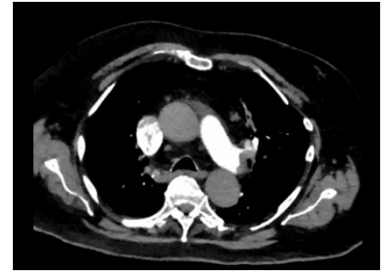
→ Blutgasanalyse: Laktat 1,8 mmol/L



### 2. Fallbeispiel aus der Praxis

**CT-Angiographie**

- Ausgeprägte zentrale LAE bds.
- Hohe Thrombuslast
- RV > LV
- Infarktneumonische Infiltrate



### Fallbeispiel aus der Praxis

Frühes Sterberisiko	Risiko-indikatoren			
	Hämo-dynamische Instabilität*	Klinische Parameter des LE-Schweregrads und/oder Komorbidität: PESI-Klasse III-V oder sPESI ≥1	RV-Dysfunktion in der TTE oder CTFA*	Erhöhte kardiale Troponin-Spiegel*
Hoch	+	+	+	+
Inter-mediar	-	++	+	+
Niedrig	-	-	-	Bestimmung optional; falls bestimmt, negativ

**Zentrale LAE bds. (CT)**

- Hämodynamisch beginnend instabil (RR 90/55 mmHg, HF 100/ min.)
- sPESI 2 Punkte
- RV-Dysfunktion (TTE und CT)
- (Erhöhte Biomarker)

Hoch

### Fallbeispiel aus der Praxis

Frühes Sterberisiko	Behandlungsoptionen	
	Lyse (IA)	Antikoagulation (IA)
25-50%	High	Kürzliche US-Amputation
6-15%	Inter-mediar	Antikoagulation (IA), bei Verschlechterung: Rescue-Lyse (IB), chirurgische Embolektomie (CE), Katheterbasierte Verfahren (IlaC)
< 1%	Niedrig	Weitere Verschlechterung Antikoagulation (IA)

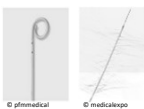
**Akutes Cor pulmonale und schwere pulmonaler Hypertonie mit beginnendem distributiven Schock (Lactat 1.8 mmol/L)**

### Interventionelle Behandlung der Lungenembolie

**CDT**

Catheter-directed thrombolysis

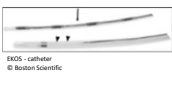
- „nur“ 25-50% der systemischen Dosis



**USAT**

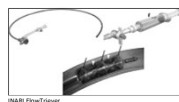
Ultrasound-assisted thrombolysis

- Kombination aus lokaler Lyse & mechanischer Thrombolyse

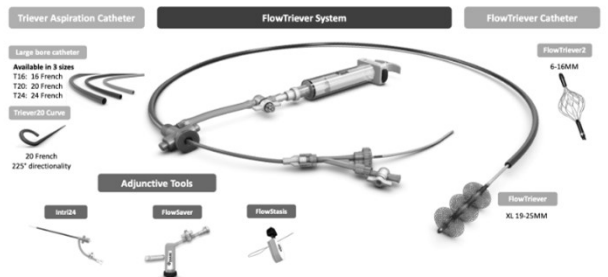


**Mechanische Thrombektomie**

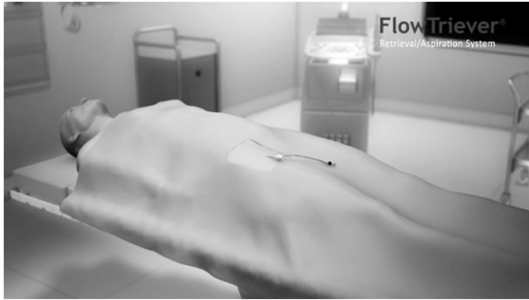
- Rheolytische Embolektomie
- Rotationsembolektomie
- Aspirationsembolektomie



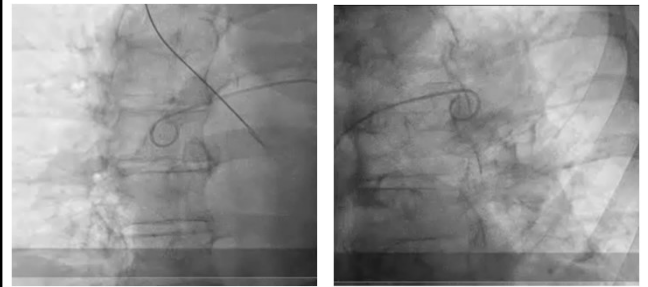
### Inari FlowTrierer System zur Aspirations-Thrombektomie



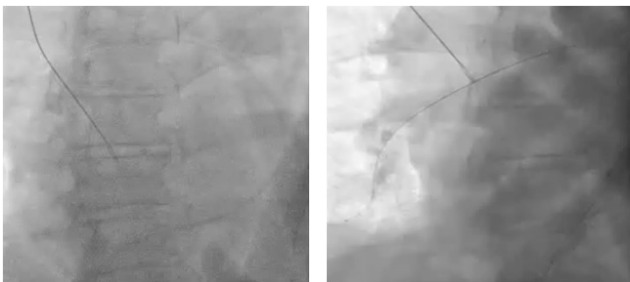
**Inari FlowTrievers System zur Aspirations-Thrombektomie**



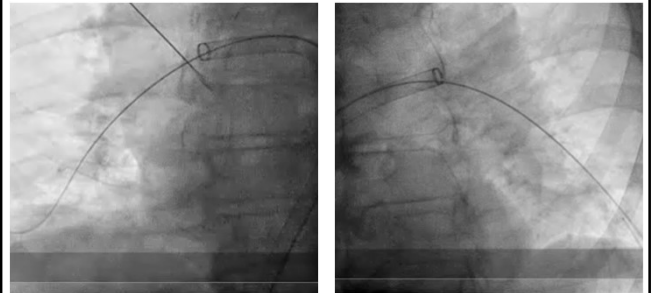
**Pulmonalisangiographie rechts und links**



**Reanimation, ROSC nach 1min, Vorbringen des Katheters**



**FlowTrievers – Fallbeispiel aus der Praxis**



**FlowTrievers – Aspirierte Thromben und PAP prä/post**

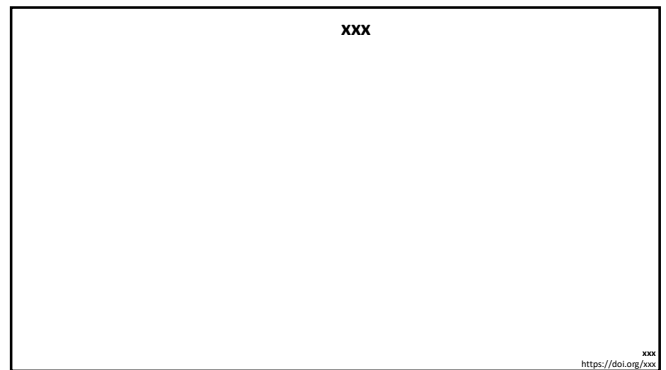


**TAKE HOME: Interventionelle Behandlung Lungenembolie**

- Hohe LAE-Mortalität bei Patienten mit oraler Antikoagulation allein
- „Traditionelle“ Risikostratifizierung
  - beruht auf dem Blutungsrisiko der systemischen Lyse (PEITHO)
  - zusätzliche Risikoparameter und Langzeitfolgen werden nicht ausreichend beachtet
  - normotensive Patienten sind oft kränker als sie erscheinen
  - identifiziert nicht alle Patienten, die von interventioneller Therapie profitieren können
- Interventionelle Verfahren mit gutem Wirksamkeits- und Sicherheitsprofil
- Vorstellung in Klinik mit interventioneller Therapiemöglichkeit erwägen!

**„Vinzenz-Standard“ zur Behandlung der Lungenembolie**

Sterberisiko	Therapieempfehlung	
	1. Wahl	2. Wahl
Hoch	Lyse (instabil)	FlowTrieber („stabil“; Lyseversagen/ -KI)
Intermediär	Intermediär-hoch	FlowTrieber/EKOS
	Intermediär-niedrig	Antikoagulation
Niedrig	Antikoagulation	FlowTrieber/EKOS (Zusatzkriterien erfüllt)



**„Vinzenz-Standard“ zur Behandlung der Lungenembolie**

Frühes Sterberisiko	Therapieempfehlung	
	1. Wahl	2. Wahl
Hoch	Lyse (instabil)	FlowTrieber („stabil“; Lyseversagen/ -KI)
Intermediär	Intermediär-hoch	FlowTrieber/EKOS
	Intermediär-niedrig	Antikoagulation
Niedrig	Antikoagulation	FlowTrieber/EKOS (Zusatzkriterien erfüllt)