

M. Montag  
G. Albes  
S. Eschlwöch

# Interventionelle Okklusion eines Aneurysmas der A. pulmonalis: Therapie einer seltenen Komplikation des Swan-Ganz-Katheters

*Interventional Occlusion of the Aneurysm of the Pulmonary Artery: Treatment of a Rare Complication when Applying the Swan-Ganz Catheter*

## Zusammenfassung

Ein Aneurysma der Pulmonalarterie ist eine seltene (1 : 3000), aber lebensbedrohliche Komplikation des Einsatzes eines Swan-Ganz-Katheters. Typisches klinisches Symptom ist die Hämoptyse, aber auch ein klinisch stummes Aneurysma zeigt pathognomonische Veränderungen im Röntgenbild des Thorax. Die hohe Letalität der Komplikation erzwingt eine sorgfältige Überwachung der Patienten und eine Therapie, welche als interventionell-angiographischer Eingriff risikoarm und erfolgversprechend durchzuführen ist.

## Abstract

Dissecting aneurysm of the pulmonary artery is a rare (1 : 3000) but life threatening complication of the use of Swan-Ganz catheters. The most typical clinical manifestation is hemoptysis, even a asymptomatic aneurysm causes pathognomonic X-ray findings. The eventually long free intervall between catheterisation and formation of the dissecting aneurysm requires thorough follow up of the concerning patients, e.g. chest roentgenograms and thorax CT-scans. The endovascular therapy of this lesion has replaced surgery due to a much better risk profile. The aim of the endovascular treatment is a coil-occlusion of the parent artery immediately proximal to the aneurysm. The success of this procedure will be instantaneously evident.

## Einleitung

Seit der Erstbeschreibung 1970 [10] hat sich der Swan-Ganz-Katheter als unverzichtbares kardiologisches Untersuchungsinstrument weltweit etabliert. Schon 1971 [2] erschien ein erster Bericht über eine katheterbedingte Pulmonalarterienruptur als lebensbedrohliche Komplikation der Untersuchung. Der Beitrag schildert unsere radiologischen diagnostischen und interventionellen Erfahrungen mit diesem Zwischenfall an drei Fallbeispielen.

## Material und Methode

Seit Oktober 1989 wurden in der Klinik für Radiologie und Neuroradiologie des Alfried Krupp Krankenhauses in Essen 168 diagnostische und 57 interventionelle Angiographien der Pulmonalgefäße durchgeführt. Mit drei der Interventionen wurden pulmonalarterielle Pseudoaneurysmata okkludiert, welche durch den Einsatz von Swan-Ganz-Kathetern verursacht waren.

### Institutsangaben

Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Alfried Krupp von Bohlen und Halbach Krankenhaus (Leitender Arzt Prof. Dr. D. Kühne, Abteilungsarzt Radiologie Dr. M. Montag), Essen

### Anmerkung

Herrn Prof. Dr. Nikolaus Konietzko zum 65. Geburtstag gewidmet

### Korrespondenzadresse

Dr. Michael Montag · Klinik für Radiologie und Neuroradiologie · Alfried Krupp von Bohlen und Halbach Krankenhaus · Alfried Krupp Straße 21 · 45131 Essen

**Eingang:** 21. November 2003 · **Angenommen:** 20. Januar 2004

### Bibliografie

Pneumologie 2004; 58: 155–158 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0934-8387 · DOI 10.1055/s-2004-818348

Tab. 1 Daten der drei behandelten Patienten, alle radiologischen Abbildungen gehören zur Patientin G., L.

Initialen	G, L	G, H	S, H
Geschlecht, Alter	w, 76 Jahre	m, 73 Jahre	w, 77 Jahre
Diagnosen	Aortenstenose abs. Arrhythmie Vorhofflimmern pulmonale Hypertonie	Bauchaortenaneurysma abs. Arrhythmie syst. Hypertonie Kardiomyopathie	abs. Arrhythmie koronare Herzkrankheit kardiale Dekompensation
Manipulation	Swan-Ganz-Katheter im Herzkatheterlabor	Swan-Ganz-Katheter zur intraoperativen Überwachung	Swan-Ganz-Katheter im Herzkatheterlabor
Hämoptysen	nein	postop., sofort nach Extubation	während der Untersuchung
bildgebende Diagnostik	Rö.-Thorax, CT, Angio	CT	Rö.-Thorax, CT
Zeitraum bis zur Intervention	6 Stunden	6 Tage	5 Tage
platzierte Coils Anzahl und Größe	24 (4 mm/40 mm bis 6 mm/60 mm)	24 (5 mm/50 mm bis 6 mm/60 mm)	17 (3 mm/30 mm bis 5 mm/50 mm)
Durchleuchtungszeit Angiographie	12,2 min	28,4 min	17,0 min

Die Tab. 1 listet die drei Patienten mit ihren relevanten anamnestischen und klinischen Daten sowie die eingesetzten röntgenagnostischen Verfahren auf, dann Anzahl und Dimensionen der okkludierenden Coils sowie die Durchleuchtungszeiten für die angiographische Intervention einschließlich ihres diagnostischen Anteils.

Der diagnostische und interventionelle Ablauf der Angiographien gestaltete sich weitgehend einheitlich nach folgendem Schema: rechtsfemoraler antegrad veröser Zugang nach Sonographie, Einsetzen einer 6F-Schleuse. Zwei Übersichtsserien (posteriorer-anteriorer [Abb. 3 und Abb. 4] und schräger Strahlengang) werden nach Platzierung eines 5F-Pulmonalis-Pigtailkatheters im jeweiligen Pulmonalishauptstamm kontrastiert. Es folgen nach Analyse dieser Serien selektive Angiogramme über einen 5F-Headhunter 1 oder 5F-Multipurpose-Katheter (Abb. 5). In gleicher Sitzung dient der Selektivkatheter als koaxiale Führung zum Platzieren eines dünneren Katheters (z. B. Tracker-18 Unibody Infusion catheter; Hersteller Boston Scientific) in der betroffenen Pulmonalarterie unmittelbar proximal des Aneurysmahalses. Über diesen inneren Katheter werden faserbewehrte Coils (z. B. complex helical fibred platinum coils-18; Hersteller Boston Scientific) in einen kurzen Abschnitt der Arterie proximal des Aneurysmas, nicht in den Aneurysmasack, dichtgepackt ein-



Abb. 1 Thorax-Übersichtsaufnahme (Ausschnitt rechts basal) mit neu aufgetretenem Rundherd.

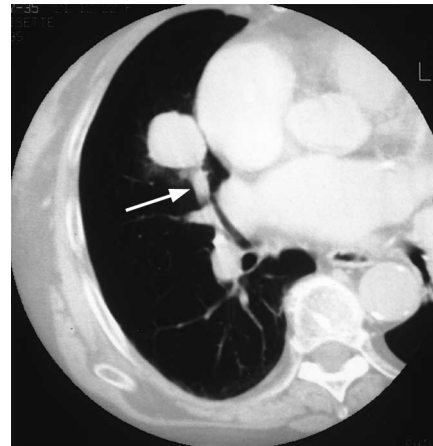


Abb. 2 CT mit intravenöser Kontrastmittel-Applikation, Rundherd lateral des rechten Vorhofs isodens zur benachbarten Pulmonalarterie (Pfeil) und umgeben von einem einblutungsbedingten Halosaum.



Abb. 3 Pulmonalis-Angiographie in der arteriellen Phase, das Aneurysma hat sich noch nicht kontrastiert, nebenbefundlich deutliche zentrale Dilatation bei pulmonalarterieller Hypertonie.

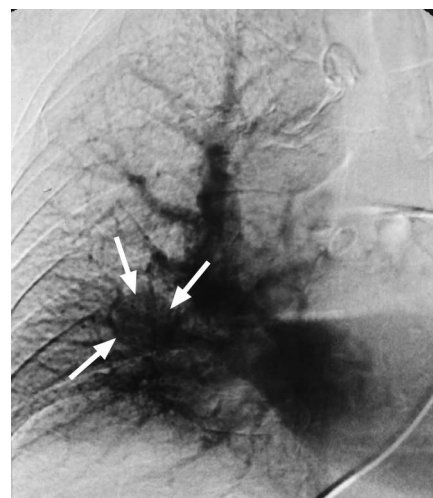


Abb. 4 Die venöse Phase der Angiographie lässt das Aneurysma schwach abgrenzen (Pfeile).

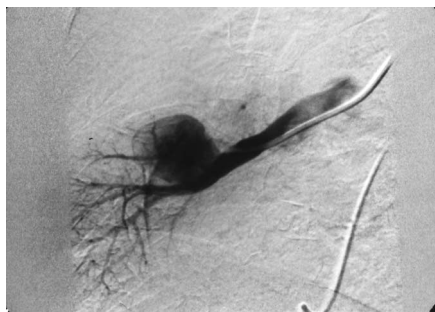


Abb. 5 Selektive Angiographie einer Mittellappenarterie mit dem deutlich kontrastierten Aneurysma.

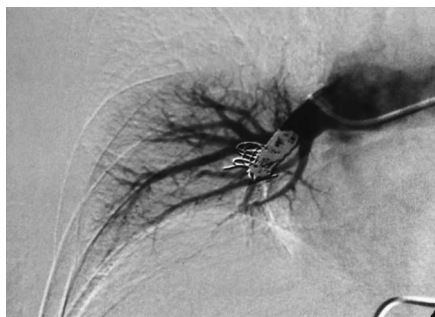


Abb. 6 In der abschließenden Kontrolle ist die aneurysmatragende Arterie proximal der Dissektionsstelle okkludiert, einzelne Schleifen der Coils ragen ins Lumen der Aussackung.

gebracht, so dass die betroffene Pulmonalarterie mitsamt der Verletzungsstelle von der Perfusion ausgeschaltet ist. Die Situation wird abschließend angiographisch dokumentiert (Abb. 6).

## Ergebnisse

Bei zwei der drei Patienten war eine Hämoptyse erster klinischer Hinweis auf die Komplikation nach dem Swan-Ganz-Katheter-Einsatz. Für die radiologische Diagnostik wurden Thorax-Übersichtsaufnahmen liegend oder stehend, CT des Thorax mit intravenöser Kontrastmittelapplikation und digitale Subtraktionsangiographie eingesetzt. Jedes der drei bildgebenden Verfahren zeigte die typischen Korrelate eines Pulmonalarterienaneurysmas, die Thorax-Übersichtsaufnahmen im Vergleich mit Voraufnahmen. Bei allen drei interventionellen Eingriffen ließ sich der technische Erfolg angiographisch dokumentieren. Die Patienten konnten ohne klinische oder radiologische Zeichen einer Komplikation des Eingriffs – zu befürchten sind Lungeninfarkt, Pneumonie, Coildislokation und Nachblutung – nach Hause entlassen werden.

## Diskussion

Aneurysmata der Pulmonalarterien sind selten. Das mykotische Rasmussen-Aneurysma als Komplikation der Tuberkulose ist am ehesten geläufig.

Von den traumatisch entstandenen Aneurysmata ist das iatrogen durch Kathetereinsatz verursachte die im klinischen Alltag relevante Form. Ihre Entstehung beruht auf dem Arbeitsprinzip des Swan-Ganz-Katheters, welcher von peripher transvenös nach Passage des rechten Herzens in der pulmonalarteriellen Strombahn platziert wird. Dort wird der Ballon an der Spitze des Katheters geblockt, um damit den pulmonalarteriellen Druck

peripher dieser Blockierung auszuschalten und über das sich dann einstellende Druckniveau Anhaltswerte über den pulmonalkapillären Druck, den links atrialen Füllungsdruck und den links ventrikulären enddiastolischen Druck zu gewinnen.

Eine zu starke Dilatation des Ballons birgt die Gefahr einer lokalen Ruptur der Pulmonalarterie, welche innerhalb weniger Tage wegen des sehr schwachen mechanischen Widerstandes des umgebenden Lungengewebes trotz des relativ niederen pulmonalarteriellen Druckes häufig ein Aneurysma spurium entstehen lässt. Eine Gefäßwandperforation durch die Katheterspitze oder eine Retraktion des Katheters von hinreichender Deflation sind weitere beschriebene Verletzungsmechanismen mit prinzipiell demselben Pathomechanismus [5].

Diese Komplikation wurde erstmals 1971 [2], also schon im ersten Jahr nach der Publikation der Methode durch Swan, Ganz u. Mitarb. [10] veröffentlicht. Eine Studie aus 1995 [5] findet bei 32442 Einsätzen zehn Rupturen entsprechend 0,031%. Die andernorts angegebenen Komplikationsraten zwischen 0,01% und 0,47% sind wegen den teilweise sehr kleinen Kollektive mit Vorbehalt zu werten (zitiert nach [5]).

Mit 45 – 65% liegt die primäre Mortalitätsrate der Ruptur [1] dramatisch hoch, unmittelbar verursacht durch Asphyxie oder Blutverlust. Wird diese Komplikation überlebt, kommt es in 30 – 40% zur erneuten Blutung aufgrund des sich entwickelnden Pseudoaneurysmas bei einer Mortalitätsrate von nochmals 40 – 70% [6].

Klinisches Leitsymptom der Ruptur sind Hämoptyse oder Hämoptoe. Im vorliegenden Beitrag wird zwischen der leichteren Hämoptyse und der schweren Hämoptoe nicht differenziert, weil weder die Anamnese unserer drei Patienten noch die Beschreibungen der zitierten Literatur hier quantitativ unterscheiden, wir verwenden vereinfachend den Terminus Hämoptyse. In der zitierten Studie mit 10 Rupturen [5] wird in jedem der Fälle eine Hämoptyse beobachtet. Die Arbeit von Dieden u. Mitarb. [4] dagegen betont das Ausbleiben der Blutung bei 5 von 10 Patienten mit nachgewiesenem Aneurysma, bei diesen Verläufen ist demnach eine Aneurysmaentstehung nicht ausgeschlossen. Bei unserer Patientin G., L. trat diese Blutung innerhalb der in diesem Fall sehr kurzen Zeitspanne von sechs Stunden bis zur angiographischen Intervention nicht auf.

Die Röntgenbilder des Thorax in zwei Ebenen waren in diesem Fall diagnostisch wegweisend. Sie zeigen rechts im Mittellappen einen glattbegrenzten Rundherd von annähernd 2,5 cm Durchmesser (Abb. 1), welcher auf den Voraufnahmen nicht abgrenzbar war. In diesen Fällen – neu aufgetretener pulmonaler Rundherd mit glatten Konturen nach Einsatz eines Pulmonalkatheters – werten wir die Aussage des Röntgenbildes als pathognomonisch. Differenzialdiagnostisch interpretierbar wäre der neuentstandene Herd bei entsprechender Position allenfalls als gefangener Erguss im Haupt- oder Nebenseptum, wobei dieser typischerweise eine spindelförmige Kontur zeigt und im zeitlichen Zusammenhang mit einer Katheteruntersuchung kaum einzuordnen ist. Ein Pleuraerguss ist in der Studie von Boyd [9] mit 138 leichten und 23 ernststen Komplikationen bei 528 Katheter-Einsätzen nicht beschrieben.

Jeder unserer drei Patienten wurde mit der Verdachtsdiagnose einer Ruptur mit Einsatz von intravenös appliziertem Kontrastmittel computertomographiert. Alle drei Untersuchungen wiesen den klassischen Befund eines Pulmonalarterienaneurysmas auf: ein Rundherd unmittelbar benachbart einer Pulmonalarterie und von hoher Kontrastmittelbedingter Dichte ähnlich der angrenzenden Arterie (Abb. 2), umgeben von einem Halosaum [3]. Diese Schnittbilduntersuchung werten wir als unbedingt hilfreich: eine Hämoptyse nach pulmonaler Katheterisierung wird immer mit einer pulmonalarteriellen Verletzung, nicht aber zwingend sofort mit einem Aneurysma spurium einhergehen, welches sich erst später oder gar nicht ausbilden kann. Falls sich ein solches Aneurysma aber noch nicht entwickelt hat, ist eine therapeutische Intervention nicht durchführbar, da die Verletzungsstelle angiographisch nicht lokalisiert werden kann. Falls doch, erleichtert die Computertomographie die interventionelle Behandlung, weil sie die Läsion anatomisch und topografisch exakt beschreibt. Sowohl das Röntgenübersichtsbild als auch die Computertomographie können zunächst nur unsichere Zeichen einer Pulmonalarterienverletzung bieten, nämlich Infiltrate perivaskulär ausgelöst durch die lokale Einblutung. Differenzialdiagnostisch sind hier infarktbedingte Infiltrate zu erwägen, auch wenn letztere sich eher pleuraangrenzend finden. Bei beiden Diagnosen ist innerhalb von 2–3 Wochen eine Rückbildung der Verschattungen zu erwarten [7,9], Größenkonstanz oder -Zunahme sowie deutlichere Konturierung wären bei einer Aneurysmabildung zu erwarten.

Eine ausschließlich diagnostische Angiographie ohne Interventionsbereitschaft zur Abklärung eines traumatischen Pulmonalarterienaneurysmas halten wir nicht für sinnvoll: die Untersuchung ist weniger sensitiv [9] und insbesondere in Anbetracht einer wahrscheinlich verletzten Pulmonalarterie deutlich risikoreicher als eine Computertomographie und erfordert eine gute Kooperation des Patienten, welche in der hier gegebenen klinischen Akutsituation häufig nicht zu erwarten sein wird.

Bei der Konstellation einer Hämoptyse während oder nach einem Swan-Ganz-Kathetereinsatz und negativem Röntgenübersichtsbild und Computertomogramm müssen unseres Erachtens zwingend Verlaufsuntersuchungen durchgeführt werden, um ein sekundär sich ausbildendes Aneurysma zu erfassen. In Anbetracht des hohen Risikos eines Aneurysmas und einer Blutung halten wir über einen Zeitraum von vier Wochen zunächst tägliche Thoraxaufnahmen und dreitägliche Computertomographien mit dann jeweils zunehmenden zeitlichen Intervallen für adäquat.

Eine klinisch komplikationslose Swan-Ganz-Katheteruntersuchung muss wegen der sehr geringen Wahrscheinlichkeit eines Aneurysmas unseres Erachtens nicht routinemäßig mit Thorax-Röntgenaufnahmen kontrolliert werden. Angemessen sind diese Kontrollen bei erhöhten Rupturrisiken, als solche gelten Lebensalter über 60 Jahre, pulmonalarterieller Hypertonus und Antiko-

agulanzenbehandlung [4]. Unsere Patientin G., L. profitierte von diesem Konzept.

Die interventionelle Okklusion hat in den letzten Jahren die deutlich risikoreichere chirurgische Behandlung eines Pulmonalarterienaneurysmas weitgehend abgelöst [3,8]. Die Okklusionstechnik unterscheidet sich nicht prinzipiell von der Behandlung pulmonaler arteriovenöser Shunts. Im Gegensatz zu dieser besteht hier allerdings nicht das Risiko einer paradoxen Embolie des Okklusionsmaterials in den systemischen Kreislauf, was die Indikationsstellung bei weniger kooperativen Patienten erleichtert. Dennoch ist der Eingriff zu den technisch sehr anspruchsvollen zu zählen, er setzt eine umfassende angiographisch-interventionelle Erfahrung voraus. Technisches Ziel ist nicht wie etwa bei einem Hirnarterienaneurysma die Okklusion des Aneurysmasackes unter Schonung der tragenden Arterie, vielmehr muss das rupturierte Gefäß unmittelbar vor der Läsion okkludiert werden unter Inkaufnahme des Risikos eines nachgeschalteten Infarktes. Eine Embolisation des Aneurysmasackes kann nicht erfolgreich sein, weil das wenig widerstandsfähige Lungenparenchym, zusätzlich durch die Atemexkursionen ständigen Volumenänderungen unterworfen, nicht die erforderliche Kraft gegen den einwirkenden pulmonalarteriellen Druck aufbauen kann. Der angiographische Eingriff endet mit einer Kontrollangiographie, welche bei hinreichend dichter Packung der Coils den technischen Erfolg nachweist. Zur Verlaufskontrolle sind neben der klinischen Beobachtung Röntgenthoraxaufnahmen ausreichend, Rezidive nach primär suffizienter Okklusion sind bisher in der Literatur nicht beschrieben.

## Literatur

- Carlson TA, Goldenberg IF, Murray PD et al. Catheter-induced delayed recurrent pulmonary artery hemorrhage: Intervention with therapeutic embolism of the pulmonary artery. *JAMA* 1989; 261: 1943–1946
- Chun GMH, Ellestad MH. Perforation of the pulmonary artery by a Swan-Ganz-Catheter. *N Engl J Med* 1971; 284: 1041–1042
- Davis SD, Neidhamer CD, Schreiber TS et al. False pulmonary artery aneurysm induced by Swan-Ganz-Catheter: Diagnosis and embolotherapy. *Radiology* 1987; 164: 741–742
- Dieden DD, Friloux LA, Renner JW. Pulmonary artery false aneurysms secondary to Swan-Ganz pulmonary artery catheters. *AJR* 1987; 149: 901–906
- Kearney TJ, Shabot MM. Pulmonary artery rupture associated with the Swan-Ganz-Catheter. *Chest* 1995; 108: 1349–1352
- Kirton OC, Varon AJ, Henry RP et al. Flow-directed, pulmonary artery catheter-induced pseudoaneurysm: urgent diagnosis and endovascular obliteration. *Crit Care Med* 1992; 20: 1178–1180
- McCloud TC, Putnam CE. Radiology of the Swan-Ganz-Catheter and associated pulmonary complications. *Radiology* 1975; 116: 19–22
- Remy J, Lamaitre L, Lafitte JJ et al. Massive hemoptysis of pulmonary arterial origin: diagnosis and treatment. *AJR* 1984; 143: 963–969
- Shin MS, Ceballos R, Bini RM et al. CT diagnosis of false aneurysms of the pulmonary artery not demonstrated by angiography. *J Comput Assist Tomogr* 1983; 7: 524–526
- Swan HJC, Ganz W, Forrester J et al. Catheterisation of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970; 283: 447–451