

## *Kasuistiken / Casuistics*

# **Lungenarterien-Perforationen als typische Komplikation beim Verwenden des Swan-Ganz-Katheters**

**K. Lieske<sup>1</sup>, K. Püsche<sup>1</sup> und M. Doe<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Rechtsmedizin der Universität Hamburg, Butenfeld 34, D-2000 Hamburg 54,  
Bundesrepublik Deutschland

<sup>2</sup> Abteilung für Anaesthesiologie, Städt. Krankenhaus Köln-Merheim,  
Ostmerheimer Str. 200, D-5000 Köln-Merheim

## **Perforation of the Pulmonary Artery During Swan-Ganz Catheterization— a Typical Complication**

**Summary.** Two cases of pulmonary artery perforation are reported in association with the use of the Swan-Ganz catheter. A 71- and a 95-year-old woman were monitored by a flow-directed catheter pre- and intraoperatively. Both of them died. After taking other cases in the literature into consideration, this severe complication can be classified as "typical" for this examination technique. Possible means of prevention, diagnosis, and treatment of these complications are discussed. A review of incidence and genesis is given.

**Key words:** Swan-Ganz catheter, perforation of pulmonary artery – Pulmonary artery perforation

**Zusammenfassung.** Über zwei fatale Lungenarterien-Perforationen durch Swan-Ganz-Katheter wird berichtet. Es handelte sich um zwei 71- und 95-jährige Patientinnen, bei denen der Katheter der intraoperativen häodynamischen Überwachung diente. Unter Berücksichtigung weiterer Fälle aus der Weltliteratur wird diese schwerwiegende Komplikation als „typisch“ für diese Untersuchungstechnik gewertet. Möglichkeiten zur Vermeidung und zum frühzeitigen Erkennen sowie therapeutische Intervention werden erörtert; eine Übersicht über die Häufigkeit und Entstehungsursachen wird gegeben.

**Schlüsselwörter:** Swan-Ganz-Katheter, Lungenarterienperforation – Lungenarterienperforation durch Swan-Ganz-Katheter

1970 wurde von Swan und Ganz [35] der Einschwemmkatheter in die Humanmedizin eingeführt. Diese Methode hat sich innerhalb weniger Jahre durch ihre

*Sonderdruckanfragen an: Dr. K. Lieske (Adresse siehe oben)*

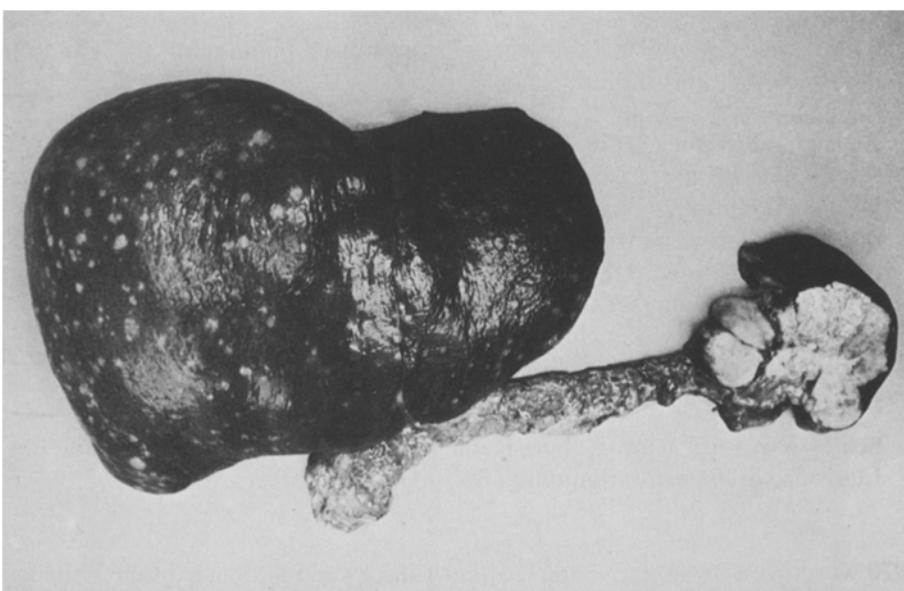
einfache Handhabung und die geringe Rate von ernsten Komplikationen zu einer weltweit verbreiteten Routinemaßnahme bei der prä-, intra- und postoperativen Überwachung und zur Diagnostik entwickelt. Seit Anfang der 70iger Jahre finden sich jedoch in zunehmendem Maße Berichte über seltene, jedoch schwerwiegende Komplikationen. Dazu zählen ventrikuläre Arrhythmien, Herzblöcke verschiedener Grade, Thrombosen, Klappenrupturen und intrakardiale Verknotungen von Kathetern, Ballonrupturen und Lungeninfarkte. Weiter werden Herzwandperforationen, Hämoperikard, Hämatothorax und -mediastinum beobachtet [1, 9, 11, 16, 23]. Eine äußerst seltene Komplikation ist die Ruptur einer Lungenarterie. Zwei derartige Fälle mit tödlichem Ausgang waren der Anlaß, diese Komplikation aus rechtsmedizinischer Sicht zu beleuchten.

## Fallbeschreibung

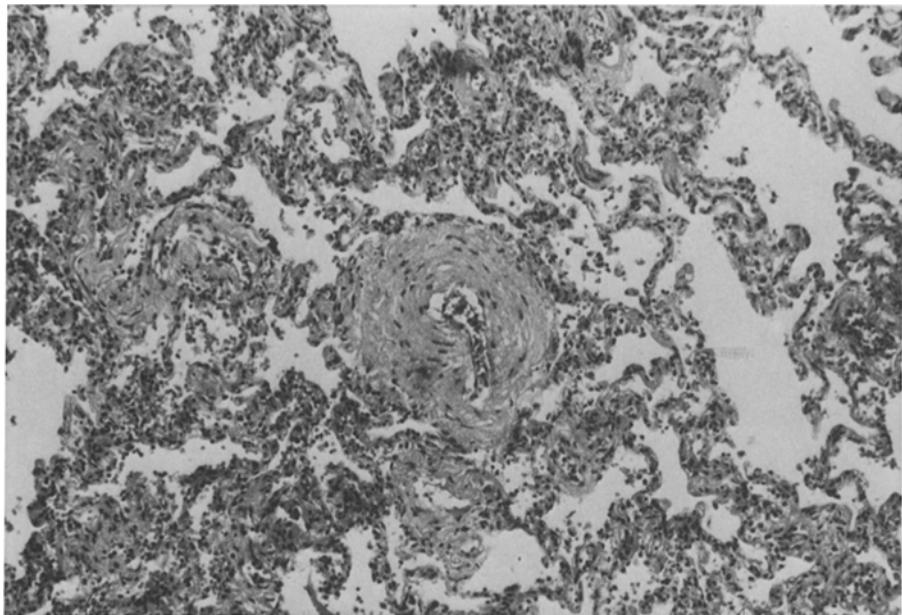
### 1. Fall

71jährige Patientin mit Verdachtsdiagnose Insulinom bei bekannter Arrhythmia absoluta, Herzinsuffizienz, kombiniertem Mitravitium und pulmonaler Hypertonie. Zur intra- und postoperativen Überwachung Legen eines Swan-Ganz-Katheters. Bei Lagekorrektur Hämoptoe, Hämatothorax und Herz-Kreislauf-Stillstand. Reanimation, Indikation zur Notoperation mit rechtsseitiger Thorakotomie, Entlastung eines Hämatothorax von 2000 ml, digitale Kompression einer hilusnahen Blutungsquelle des rechten Lungenunterlappens. Spannungspneu links. Keine Wiederaufnahme der Herzaktion, Exitus letalis in tabula.

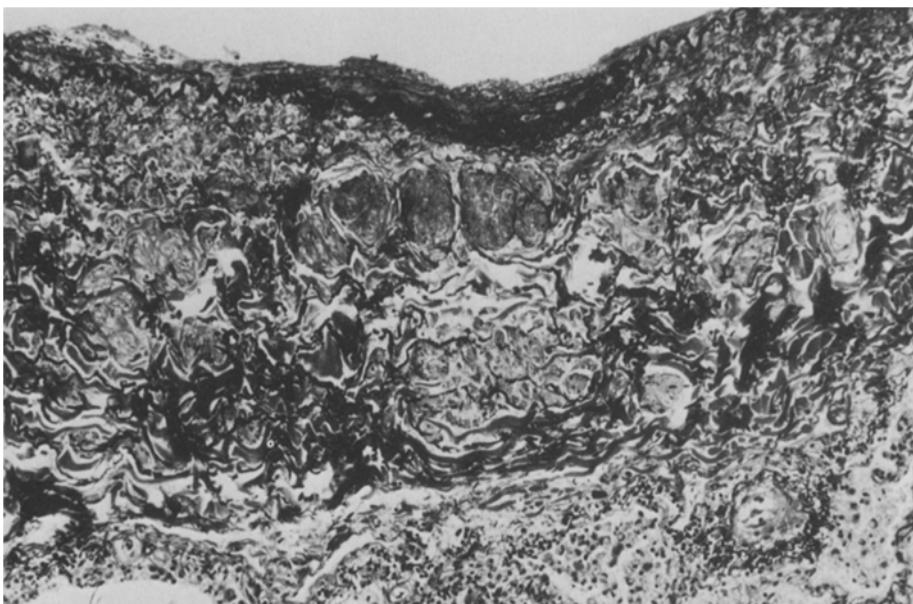
*Sektionsdiagnose.* Grobe Lungenparenchymeinreibungen des rechten Lungenunterlappens bis zum Hilus, dort Abriß einer strohhalmweiten Lungenarterie, Lungenparenchymblutung.



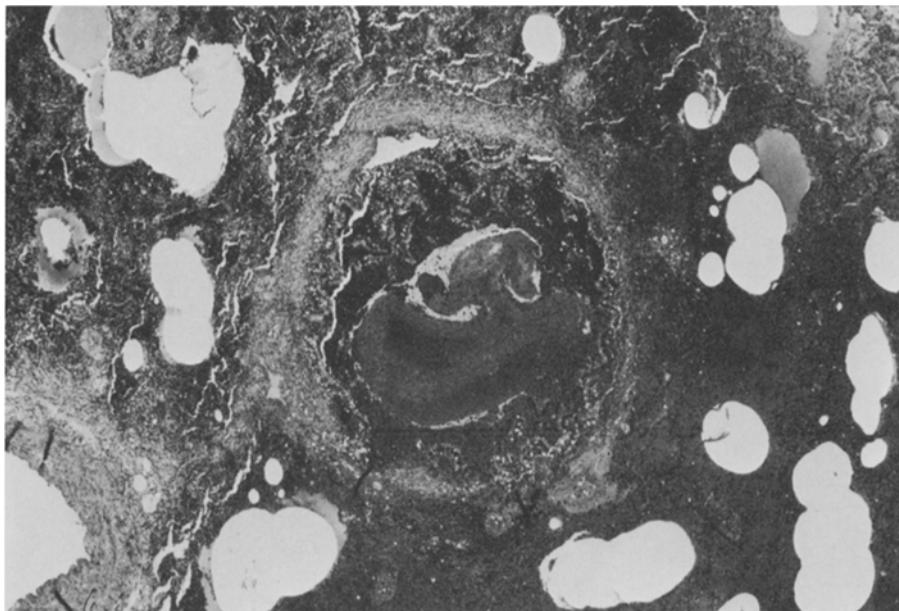
**Abb. 1.** Pankreasschwanz-Tumor, diffuse kleinknotige Lebermetastasierung (Aufnahme Prof. G. Klöppel)



**Abb.2.** Schwere Pulmonalarteriensklerose einer kleinen Arterie (1:112)



**Abb.3.** Schwere Pulmonalarteriensklerose mit Aufsplittung der Media und Verquellung (1:112)



**Abb.4.** Blutkoagel in einem Segmentbronchus, Lungenparenchymblutung (1:30)

Myocardhypertrophie, allgemeine Arteriosklerose. Pankreasschwanztumor mit kleinknotiger Lebermetastasierung.

*Histologie.* Ausgeprägte Pulmonalarteriensklerose, endokriner Pankreastumor. Immunhistologisch: Produktion von Insulin und pankreatischem Polypeptid.

## 2. Fall

95jährige Patientin nach Oberschenkelfraktur und Osteosynthese. 8 Tage später Spongiosa-plastik in Regionalanästhesie unter hämodynamischer Überwachung durch einen Swan-Ganz-Katheter. 35 Min. nach OP-Beginn Blutdruckabfall und Bewußtlosigkeit. Nach Reanimationsversuchen auf der Intensivstation in myocardialer Insuffizienz verstorben, keine Hämoptoe bemerkt.

*Sektionsdiagnose.* Hämatothorax rechts 1000 ml, keine Perforationsstellen der großen Pulmonalarterien oder der Pleura nachweisbar, generalisierte Arteriosklerose, Myocardschwielen. Stabile Osteosynthese.

*Histologie.* Ausgedehnter frischer Myocardinfarkt, Pulmonalarteriensklerose, Blutaspirationsherde.

## Diskussion

Die Erstbeschreibung von Einschwemmkathetern in die Lungenarterien (von Versuchstieren) erfolgte bereits 1953 [21]. Erst 1970 wurde diese Methode von Swan, Ganz et al. in die Humanmedizin eingeführt [35], fand nun aber innerhalb kürzester Zeit allgemeine Verbreitung in der Diagnostik und Überwachung von (schwerkranken) Patienten. Neben der leichten Handhabung trug

**Tabelle 1.** Lungenarterien-Perforationen mit dem Swan-Ganz-Katheter

Autor	Geschlecht	Symptome	Verlauf
	Alter		
1. Barash [1]	58, W	Hämoptoe	Überlebt
2. Barash [1]	64, W	Hämoptoe	Überlebt
3. Barash [1]	70, W	Endotracheale Blutung	Tod
4. Barash [1]	74, M	Hämoptoe	Tod
5. Barash [1]	68, W	Hämoptoe, Hypotension	Tod
6. Chun [3]	39, M	Hämoptoe	Überlebt
7. Colvin [4]	65, M	Leichte Hämoptoe nach 24 Stunden	Überlebt
8. Connors [5]	62, W	Lungenparenchymblutung	Tod
9. Connors [5]	72, M	Endotracheale Blutung	Überlebt
10. Cuasay [6]	61, W	Postoperative endotracheale Blutung	Erfolgreiche Ligatur
11. McDaniel [7]	75, W	Hämoptoe aus Tubus	Protaminagabe, überlebt
12. McDaniel [7]	76, M	Hämoptoe aus Tubus	Thorakotomie, überlebt
13. McDaniel [7]	67, W	Hämoptoe aus Tubus	Lobektomie, überlebt
14. Deren [8]	76, W	Hämatothorax	Pneumektomie, Tod nach 3 Wochen
15. Farber [10]	59, M	Hämoptoe nach Verweilkatheter, Pneumothorax	Überlebt
16. German [12]	--	Geringe Hämoptoe	Überlebt
17. Golden [13]	34, W	Hämoptoe	Rascher Tod
18. Gómez-Arnau [14]	54, M	Hämoptoe aus Tubus	Tod nach wenigen Minuten
19. Haapaniemi [15]	76, W	Hämoptoe	Überlebt
20. Haapaniemi [15]	64, W	Massive Hämoptoe	Überlebt
21. Kelly [16]	62, M	Hämatothorax, keine Hämoptoe	Ligatur, überlebt
22. Kelly [16]	73, M	Hämoptoe	Überlebt, keine Therapie
23. Kelly [16]	58, W	Massive Hämoptoe	Überlebt, keine Therapie
24. Kopman [17]	56, M	Hämoptoe	Überlebt
25. Kranz [18]	68, M	Hämoptoe, 250–300 ml	Überlebt
26. Kron [19]	60, M	Massive Hämoptoe, falsches Aneurisma rechter Mittellappen	Lobektomie, überlebt

**Tabelle 1.** (Fortsetzung)

Autor	Geschlecht Alter	Symptome	Verlauf
27. Lapin [20]	59, W	Hämoptoe	Überlebt
28. Lieske	71, W	Hämoptoe, Hämato- und Pneumothorax	Tod
29. Lieske	95, W	35. min nach OP-Beginn Bewußtlosigkeit, RR-Abfall, keine Hämoptoe	Tod
30. Martin [24]	63, –	Hämoptoe	Überlebt
31. Meltzer [25]	64, W	Hämoptoe, Z.n. Herzinfarkt	Überlebt
32. Meltzer [25]	50, M	Leichte Hämoptoe, Z.n. Herzinfarkt	Überlebt
33. Ohn [26]	83, W	Hämoptoe	Überlebt
34. Page [27]	79, W	Massive Hämoptoe	Tod nach 30 Minuten
35. Page [28]	68, M	Dyspnoe, Hämatothorax	Tod nach 20 Minuten
36. Page [28]	67, W	Hämoptoe	Tod innerhalb von 24 Stunden
37. Page [28]	69, W	Hämoptoe	Tod nach 4–6 Stunden
38. Page [28]	68, W	Hämoptoe, Hämatothorax	Tod nach 12 Stunden
39. Page [28]	76, W	Massive Hämoptoe	Tod innerhalb von 30 Minuten
40. Paulson [29]	63, M	–	Tod
41. Riewendt [30]	67, W	Hämoptoe präoperativ	Überlebt
42. Rosenbaum [31]	70, W	Geringe Hämoptoe	Tod
43. Rosenbaum [31]	67, M	Geringe Hämoptoe, kurz nach OP massive Hämoptoe	Überlebt, keine Therapie
44. Rubin [32]	72, M	–	Tod nach 10 Tagen
45. Rubin [32]	72, M	–	Überlebt
46. Shin [33]	–	–	Überlebt
47. Stein [34]	90, W	Massive Hämoptoe	Überlebt
48. Stein [34]	89, M	Massive Hämoptoe	Überlebt

die geringe Rate von meist beherrschbaren Komplikationen zur breiten Anwendung bei.

Das Auftreten einer Lungenarterien-Perforation ist in der Literatur wiederholt als seltene aber ernste Komplikation beschrieben worden, kleine Sammelstatistiken umfassen bis zu 15 Fälle [1, 6, 16, 28]. Riewendt et al. [29] stellten in einer kürzlich erschienenen Arbeit 32 Fälle zusammen. Wir konnten in der Literatur 46 Fälle finden (s. Tabelle 1). Die Mortalität dieser Komplikation liegt bei dieser Fallzahl bei rund 40% und belegt eindrucksvoll die Gefährlichkeit. Die Prozentangabe ist jedoch mit Zurückhaltung zu bewerten, da sicher nicht alle Komplikationen – insbesondere die leichten mit geringer Hämoptoe – zur Veröffentlichung kommen, im übrigen auch nicht immer zweifelsfrei erkennbar ist, ob eine gesicherte Lungenarterienperforation vorgelegen hat.

Für die absolute Häufigkeit einer Lungenarterien-Perforation liegen nur wenige Angaben vor. Paulson [28] versuchte eine Häufigkeitsangabe anhand der ihm bekannt gewordenen Komplikationen und der bis dahin verkauften Swan-Ganz-Katheter. Die Rate lag bei weniger als 10 auf 1 Million. McDaniel [7] gab bei 1500 Untersuchungen in 6 Jahren eine Häufigkeit von 2% an. Da vermutlich nicht alle Fälle dieser Komplikation bekannt werden, sollte der 2%-Wert von McDaniel der Vorzug gegeben werden.

Als Leitsymptom einer Lungenarterien-Perforation gilt die Hämoptoe [1, 5, 7, 18]. Diese trat bei (fast) allen in der Literatur beschriebenen Fällen auf. Als erste therapeutische Maßnahme wird eine sofortige Entfernung des Katheters auch bei geringsten Blutungen mit einer Aussetzung der vorgeschenen Untersuchung oder Operation gefordert [7, 13, 30]. Bei massiver Hämoptoe sollte ein doppellumiger endotrachealer Tubus zur Erleichterung der Atmung und zur Vermeidung einer Aspiration durch die unbeteiligte Lunge verwendet werden [1, 16, 18,]. Eine Notpneumektomie oder Lobektomie bzw. Übernähung ist gegebenenfalls notwendig [1, 8, 5, 7, 16].

Zur Vermeidung von Komplikationen sei auf die Angaben von Swan verwiesen [36]. Begünstigt wird das Auftreten von Komplikationen durch

- pulmonale Hypertension [1, 8, 12, 13, 20, 27]
- Fragilität des Gewebes [8]
- Hämoptoe in der Anamnese [13]

**Tabelle 2.** Entstehung der Arterienperforation

- 
1. Hoher Druckgradient (pulmonale Hypertension) preßt den Katheterballon durch die Arterienwand
  2. Große Katheterschleife im Herzen, Übertragung von Herzbewegungen auf den Katheter, Druckscheuern der Gefäßwand
  3. Scherkräfte im Bereich des Ballons zerreißen das Gefäß, insbesondere bei ungleicher Ballonausdehnung (Fabrikationsfehler ?)
  4. Periphere Lage der Katheterspitze in der Lunge, ruckartige Ballonfüllung (bis 1,5 ml) zerreißt das dafür zu enge periphere Gefäß
  5. Primäre Überblähung des Ballons (über 1,5 ml) oder sekundär durch Ausdehnung des Ballongases bei langdauernder Ballonfüllung
- 

(Umfassende Übersicht mit Literaturangabe bei Cuasay)

- Lungeninfarkte [28]
- fortgeschrittenes Alter [28]
- erhöhter Lungenvenendruck [22]
- excessive Kathetermanipulationen [28, 29]
- Antikoagulation [13, 28].

Eine Übersicht der heute diskutierten Mechanismen der Lungenarterien-Perforation gibt die Tabelle 2. Der Nachweis der Perforationsstelle gelingt bei der Obduktion nur ausnahmsweise [29], meist bleibt auch bei gründlicher Aufarbeitung der vollgebluteten Lungen die primäre Gefäßläsion wie bei unseren Fällen unentdeckt [27, 28].

## Forensische Aspekte

Eine Lungenarterien-Perforation ist eine untersuchungstechnisch bedingte Komplikation bei Verwendung eines Swan-Ganz-Katheters und durch rund 50 Fälle in der Weltliteratur belegt. Der aufblasbare Ballon des Katheters wird von vielen Autoren für die Perforation verantwortlich gemacht [1, 14, 15, 33]. So fand sich in einer Übersicht über Komplikationen bei 12367 Herzkatheteruntersuchungen vor Einführung des ballonbewährten Pulmonalarterien-Einschwemmkatheters keine einzige Pulmonalarterienruptur (Braunwald und Swan). Die im Verlauf von Swan-Ganz-Katheteruntersuchungen auftretenden Hämoptothen zeigten im Röntgenkontrollbild regelmäßig Verdichtungen im Bereich der ursprünglichen Katheterspitze. Diese wurden als Lungenparenchymblutungen interpretiert und gelegentlich durch Sektionsbefunde belegt. Die Lungenarterien-Perforation ist somit eingriffsspezifisch für die Untersuchungstechnik und deshalb als typisch zu werten. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß für eine typische Komplikation im juristischen Sinne die Komplikationsdichte von untergeordneter Bedeutung ist. Als orientierender Richtwert werden gelegentlich Werte zwischen 1‰ und 2‰ genannt (z.B. Weißauer), nach den bisherigen Erfahrungen ein Wert, der für die Swan-Ganz-Katheteruntersuchungen zutrifft. Dementsprechend muß diese Komplikation gemäß der geltenden Rechtsprechung auch Berücksichtigung im Aufklärungsgepräch finden.

## Literatur

1. Barash PG, Nardi D, Hammond G (1981) Catheter-induced pulmonary artery perforation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 82:5–12
2. Braunwald EH, Swan JC (1968) Cooperative study on cardiac catheterization. *Circulation [Suppl]* 37–38:1–113
3. Chun GMH, Ellestad MH (1971) Perforation of the pulmonary artery by a Swan-Ganz catheter. *N Engl J Med* 284:1041–1042
4. Colvin MP, Savege TM, Lewis CT (1975) Pulmonary damage from a Swan-Ganz catheter. *Br J Anaest* 47:1107–1108
5. Connors JP, Sandza JG, Shaw RC (1980) Lobar pulmonary hemorrhage. *Arch Surg* 115:883–885

6. Cuasay RS, Lemole GM (1981) Rupture of pulmonary artery by Swan-Ganz catheter. A cause of postoperative bleeding after open-heart operation. *Ann Thorac Surg* 32:415–419
7. McDaniel DD, Stone JG, Faltas AN (1981) Catheter-induced pulmonary artery hemorrhage. *J Thorac Cardiovasc Surg* 82:1–4
8. Deren MM, Barash PG, Hammond GL (1979) Perforation of the pulmonary artery requiring pneumonectomy after the use of a flow-directed (Swan-Ganz) catheter. *Thorax* 34:550–553
9. Elliott CG, Zimmermann GA, Clemmer TP (1979) Complications of pulmonary artery catheterization in the care of critically ill patients. *Chest* 76:647–652
10. Farber DL, Rose DM, Bassell GM (1981) Hemoptysis and pneumothorax after removal of a persistently wedged pulmonary artery catheter. *Crit Care Med* 9:494–495
11. Foote GA, Schabel SI, Hodges M (1974) Pulmonary complications of the flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 290:927–931
12. German JC, Allyn PA, Barlett RH (1973) Pulmonary artery pressure monitoring in acute burn management. *Arch Surg* 106:788–791
13. Golden MS, Pinder T, Anderson WT (1973) Fatal pulmonary hemorrhage complicating use of a flow-directed balloon-tipped catheter in a patient receiving anticoagulant therapy. *Am J Cardiol* 32:865–867
14. Gómez-Arnau J, Montero CG, Luengo C (1982) Retrograde dissection and rupture of pulmonary artery after catheter use in pulmonary hypertension. *Crit Care Med* 10:694–695
15. Haapaniemi J, Gadowski R, Naini M (1979) Massive hemoptysis secondary to flow-directed thermodilution catheters. *Cathet Cardiovasc Diagn* 5:151–157
16. Kelly TF, Morris GC, Crawford ES (1981) Perforation of the pulmonary artery with Swan-Ganz catheters. *Ann Surg* 193:686–692
17. Kopman EA (1979) Hemoptysis associated with the use of a flow-directed catheter. *Anesth Analg* 58:153–154
18. Krantz EM, Viljoen JF (1979) Haemoptysis following insertion of a Swan-Ganz catheter. *Br J Anaesth* 51:457–459
19. Kron IL, Piepgrass W, Carabello B (1982) False aneurysm of the pulmonary artery: A complication of pulmonary artery catheterization. *Ann Thorac Surg* 33:629–630
20. Lapin ES, Murray JA (1972) Hemoptysis with flow-directed cardiac catheterization. *Jama* 220:1246
21. Lategola M, Rahn H (1953) A self-guiding catheter for cardiac and pulmonary arterial catheterization and occlusion. *Proc Soc Exp Biol Med* 84:667–668
22. Lemen R, Jones JG, Cowan G (1975) A mechanism of pulmonary-artery perforation by Swan-Ganz catheters. *N Engl J Med* 292:211–212
23. Lipp H, O'Donoghue K, Resnekov L (1971) Intracardiac knotting of a flow-directed balloon catheter. *N Engl J Med* 284:220
24. Martin C, Saux P, Auffray JP (1982) Perforation de l'artère pulmonaire au cours d'un cathétérisme par sonde à ballonnet. *La Nouvelle Presse Médicale* 11, no. 23:1807
25. Meltzer R, Klint PP, Simoons M (1981) Hemoptysis after flushing Swan-Ganz catheters in the wedge position. *N Engl J Med* 304:1171
26. Ohn KC, Cottrell JE, Turndorf H (1979) Hemoptysis from a pulmonary-artery catheter. *Anesthesiology* 51:485–486
27. Page DW, Teres D, Hartshorn JW (1974) Fatal hemorrhage from Swan-Ganz catheter. *N Engl J Med* 291:260
28. Pape LA, Haffajee MB, Markis JE (1979) Fatal pulmonary hemorrhage after use of the flow-directed balloon-tipped catheter. *Ann Intern Med* 90:344–347
29. Paulson DM, Scott SM, Sethi GK (1980) Pulmonary hemorrhage associated with balloon flotation catheters. *J Thorac Cardiovasc Surg* 80:453–458
30. Riewendt HD, Barboutas M, Sadony V (1983) Pulmonalarterienruptur mit dem Swan-Ganz-Katheter. *Anästhesiologische Notfallmedizin* 18:147–152
31. Rosenbaum L, Rosenbaum SH, Askanazi J (1981) Small amounts of hemoptysis as an early warning sign of pulmonary artery rupture by a pulmonary arterial catheter. *Crit Care Med* 9:319–320
32. Rubin SA, Puckett RP (1979) Pulmonary artery-bronchial fistula. *Chest* 75:515

33. Shin B, Ayella RJ, McAslan TC (1977) Pitfalls of Swan-Ganz catheterization. *Crit Care Med* 5:125–127
34. Stein JM, Lisbon A (1981) Pulmonary hemorrhage from pulmonary artery catheterization treated with endobronchial intubation. *Anesthesiology* 55:698–699
35. Swan HJC, Ganz W, Forrester J (1970) Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 283:447–451
36. Swan HJC, Ganz W (1974) Guidelines for use of balloon-tipped catheter. *Am J Cardiol* 34:119
37. Weißauer W (1984) Zur Problematik der ärztlichen Aufklärungspflicht. *Der Arzt im Krankenhaus* 37:151–153

Eingegangen am 16. Oktober 1984