

Journal für **Kardiologie**

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Das Komplikationsmanagement bei
koronarer Perforation während
perkutanen koronaren
Interventionen: Übersicht und
Algorithmus für die Diagnostik und
Therapie**

Schöbel WA, Benzer W, Voelker W

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2005; 12

(1-2), 4-8

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Grazer Gefäß- & Gerinnungstage 2025
Donnerstag, 26. Juni 2025
14:30 – 15:00

Vertiefendes Fachwissen



www.amrn.link/aerzte

AMARIN SYMPOSIUM

**Ein neuer Angriffspunkt im leitliniengerechten
Risikofaktorenmanagement von pAVK- Patient:innen**

Dr. Reinhard B. Raggam, Graz



© 2025 Amarin Pharmaceuticals Ireland Limited. Alle Rechte vorbehalten.
AMARIN Name und Logo sind Marken von Amarin Pharmaceuticals Ireland Limited.

AT-VAZ-00220, 05/2025

Das Komplikationsmanagement bei koronarer Perforation während perkutanen koronaren Interventionen: Übersicht und Algorithmus für die Diagnostik und Therapie

W. A. Schöbel¹, W. Voelker², W. Benzer¹

Kurzfassung: Koronare Perforationen oder Rupturen sind als Folge von perkutanen transluminalen koronaren Angioplastien in bis zu 0,9 % der Fälle beschrieben worden, nach Verwendung von verschiedenen neuen Verfahren, wie direktonaler koronarer Atherektomie, in bis zu 5,7 %. Perforationen vom Typ II und III haben als akute klinische Folge häufig einen bedeutsamen Perikarderguß. Die Therapiestrategien bei koronarer Perforation sind wesentlich vom Typ der Perforation und dem hämodynamischen Zustand des Patienten abhängig. Prinzipiell ist es im Falle von Perforationen erforderlich, den Ort der Perforation zu lokalisieren und abzudichten, die Blutungszeit zu verkürzen, die hämodynamische Situation des Patienten zu stabilisieren, ggf. auch durch Perikardpunktion, und für den Notfall eine chirurgische Therapie zu ermöglichen. Wesentlich für die Therapie von Perforationen im Herzkatheter-

labor sind die sogenannten Stentgrafts, die mit einer Poly-Tetra-Fluor-Ethylen- (PTFE-) Hülle ummantelt sind, und die für die Therapie von Perforationen in jedem Katheterlabor zur Verfügung stehen sollten. Neben einer Literaturübersicht wird abschließend ein modifizierter Algorithmus für die Diagnostik und Therapie von koronaren Perforationen während perkutanen koronaren Interventionen vorgestellt.

Abstract: Management of Coronary Perforation Following Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty – Review of the Literature and an Algorithm for Diagnosis and Therapy. A coronary perforation or rupture has been reported occurring following percutaneous transluminal coronary angioplasty in up to 0.9 % and in up to 5.7 % using new devices like directional coronary atherectomy. Depending

on the type of the coronary perforation the perforation results in pericardial effusion and cardiac tamponade most likely in type II and III perforations. In principle the therapy of coronary perforations includes the localisation of the perforation, the tamponade of the site of the coronary perforation, the hemodynamic stabilization of the patient by pericardiocentesis, and the reversal of anticoagulation by administration of protamine sulfate to neutralize the systemic effects of heparin. As a specific therapy of a coronary perforation the implantation of a poly-tetra-fluor-ethylen- (PTFE-) covered stent can be performed. However, in some cases urgent cardiac surgery can not be avoided for the management of the coronary perforation. Additionally to the review of the literature some modified recommendations for the therapy in coronary artery perforation are presented. **J Kardiologie 2005; 12: 4–8.**

■ Koronare Perforationen

Häufigkeit koronarer Perforationen

Perforationen von Koronararterien sind nur in sehr wenigen Fällen durch spontane Rupturen einer atheromatösen Plaque bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit [1], durch Ruptur von echten koronaren Aneurysmen [2, 3] oder durch penetrierende [4] und nicht-penetrierende Thoraxtraumata, wie Herzdruckmassage [5–7], bedingt. Wesentlich mehr Fälle von koronaren Perforationen oder Rupturen – in bis zu 0,9 % der Fälle [8–15] – treten im Rahmen perkutaner transluminaler koronarer Angioplastien (PTCA) auf. In der Ära der verschiedenen neuen Verfahren gab es ein steigendes Auftreten von Perforationen. Koronare Perforationen werden in bis zu 3 % der Fälle nach Excimer-Laser-Koronarangioplastie [10, 11, 16–21], in 0,7–5,7 % bei direktonaler koronarer Atherektomie [10, 11, 22, 23], in bis zu 1,3 % nach mechanischer Rotationsatherektomie [10, 11, 24, 25], in bis zu 2,1 % nach Extraktionsatherektomie [10], in 0,9 % bei Angioplastien mittels Cutting-Balloon [26] und selten infolge Stentimplantation [27–34] beobachtet.

Typen der koronaren Perforation (Abb. 1)

Von verschiedenen Autoren ist eine Graduierung der koronaren Perforation beschrieben worden [10, 38]. Die Perforation Typ I ist definiert als ein Krater außerhalb des Gefäßlumens, die einem Gefäßwandinriß entspricht, ohne Nachweis einer Dissektion oder eines Kontrastmittelabflusses aus dem Gefäß. Die Typ-II-Perforation erscheint mit einem myo- oder perikardialen Fluß durch eine Diskontinuität der Gefäßwand < 1 mm, die Typ-III-Perforation stellt einen Kontrastmittel- und Blutfluß aus dem Gefäß durch eine Diskontinuität von > 1 mm dar. Bei der Typ-III-A-Perforation hat dies unmittelbar einen Perikarderguß zur Folge. Unterschieden wird Typ-III-B, wenn das Kontrastmittel durch die Perforation in eine kardielle Höhle drainiert, wie z. B. Ventrikel oder Koronarsinus. Die Typ-III-B-Perforation in den rechten [30, 39–41] oder linken Ventrikel [42–44], in den rechten Vorhof [45] oder den Koronarsinus [46] ist eine seltene Komplikation.

Zeitverlauf koronarer Perforationen

Perforationen vom Typ II und III werden gewöhnlich sofort nach Ablassen des Ballons bei der Kontrollinjektion durch einen Kontrastmittelfluß aus dem Gefäß bemerkt [9, 27, 47–60]. In einer retrospektiven Untersuchung traten bei 36 % der Patienten nach Perforation Perikardtamponaden auf, die Hälfte sofort, die andere Hälfte 30 Min. bis 15 h später [61]. Ein großer Teil der letzteren Patienten hatte Typ-I-Perforationen nach Rekanalisierungsversuchen von chronischen Verschlüssen. Die späten Perforationen werden in der Regel durch die hämodynamische Verschlechterung des Patienten

Eingelangt am 16. Juni 2004; angenommen am 1. November 2004.

Aus dem ¹Department für Interventionelle Kardiologie, LKH Feldkirch und der

²Medizinischen Klinik, Universität Würzburg

Korrespondenzadresse: Dr. med. Wolfgang A. Schöbel, Department für Interventionelle Kardiologie, LKH Feldkirch, Carinagasse 49, A-6800 Feldkirch; E-Mail: wolfgang.schoebel@lkhf.at

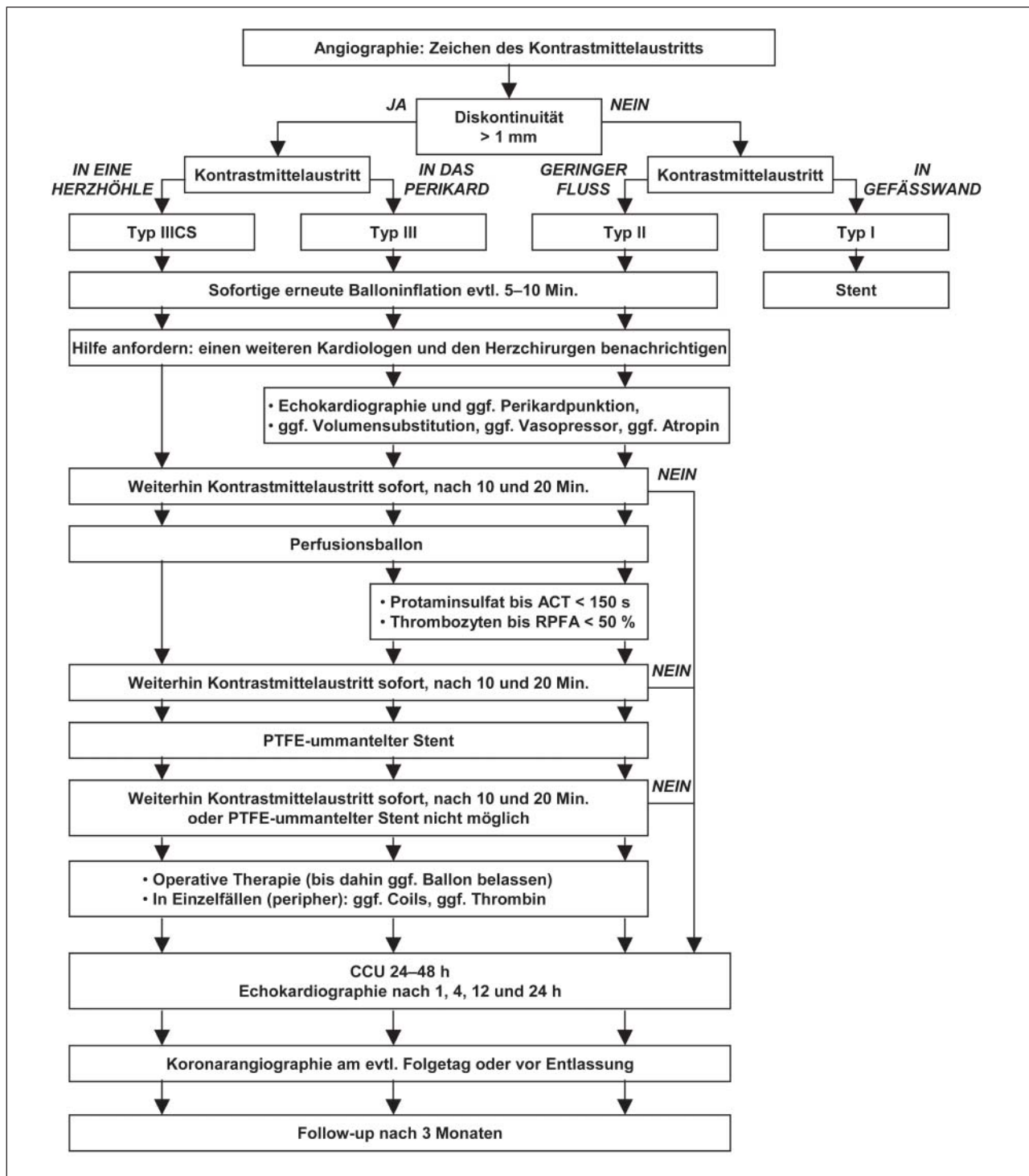


Abbildung 1: Algorithmus für Diagnostik und Therapie von koronaren Perforationen während perkutanen koronaren Interventionen. Mod. nach [35–37].

durch Perikarderguß oder Perikardtamponade bemerkt [39, 62] bzw. während echokardiographischer Kontrollen.

Ursachen koronarer Perforationen

Die Perforation ist in bis zu 20 % der Fälle durch den Führungsdraht bedingt [11, 49, 52, 54, 57, 58], in bis zu 74 % der Fälle durch den Angioplastiekatheter [11], in ca. 6 % der Fälle bleibt die Ursache ungeklärt [11]. In einer retrospektiven Un-

tersuchung, bei denen der Angioplastiekatheter die Ursache der Perforation war, konnte in ca. 50 % der Fälle der Ballon selbst verantwortlich gemacht werden, in 42 % der Fälle ein neues Device (Laser, Atherektomie) und in 8 % die Kombination aus beidem. Besondere Risiken bestehen bei einem zu groß gewählten Ballon (Verhältnis von Ballon zu Arterie > 1,2) und bei Verwendung eines steifen Führungsdrahtes. Morphologische Determinanten eines erhöhten Risikos sind ein chronischer Koronararterienverschluß, Verkalkungen,

Kurven und Winkel der Koronararterie proximal der Stenosierung, komplexe Läsionen und Stenosierungen im Bereich von Bifurkationen [63]. Ist der Führungsdraht die Ursache für die Perforation tritt dies häufig bei Rekanalisierungsversuchen von chronischen Verschlüssen auf. Die Hälfte der Perforationen liegt dann im Bereich der Läsion, die andere im distalen Gefäß. Auch Stentimplantationen [27–32, 34, 64] und Koronarangiaskopien [65] können durch koronare Perforationen kompliziert sein.

Folgen koronarer Perforationen

In einigen Fällen ist der Verlauf nach koronarer Perforation gutartig und unkompliziert, sodaß diese Komplikationen konservativ beherrscht werden können [9, 52, 54, 57, 66]. Dagegen entwickeln viele Patienten nach koronarer Perforation einen Perikarderguß und eine Perikardtamponade, was oft eine Perikarddrainage, eine sofortige chirurgische Therapie oder beides erfordert [27, 39, 47, 48, 51, 55, 56, 58, 60, 62, 65]. Eine Perikardtamponade nach koronarer Perforation durch Ballonkatheter oder neue Angioplastiewerkzeuge tritt in bis zu 8 % der Fälle von Typ-I-Perforation, in bis zu 13 % der Fälle von Typ-II-Perforation und in bis zu 63 % der Fälle von Typ-IIIa-Perforation auf [10, 11]. Insbesondere Typ-IIIa-Perforationen mit und ohne Perikardtamponade können auch einen ungünstigen Ausgang mit einer Mortalität von bis zu 59 % haben [10, 11, 17, 18, 61].

■ Therapiestrategien bei Auftreten von koronaren Perforationen

Die Therapiestrategien sind wesentlich abhängig vom Typ der Perforation und dem hämodynamischen Zustand des Patienten (Abb. 1). Prinzipiell ist es erforderlich, den Ort der Perforation zu lokalisieren und abzudichten, die Blutungszeit zu verkürzen, die hämodynamische Situation des Patienten zu stabilisieren und für den Notfall eine chirurgische Therapie zu ermöglichen.

Lokalisation und Abdichtung der Perforation

Bei einer vermuteten Perforation ist es wichtig, den Ort des Kontrastmittelaustrittes zu lokalisieren, um eine lokale Therapie einleiten zu können. Um die weitere Extravasation von Blut und Kontrastmittel im Falle von Typ-II- und -IIIa-Perforationen zu verhindern, ist eine längere Balloninflation über 5–20 Min. mit niedrigem Druck (2 atm oder bis zum Sistieren der Extravasation) zur Abdichtung der Perforationsstelle die Therapie der Wahl. Sofern diese Inflationszeiten nicht toleriert werden, kann der schnelle Wechsel auf einen Perfusionsballonkatheter hilfreich sein. Bis 1997 sind Implantationen von normalen Stents zur Abdichtung von Perforationen mit einer Erfolgsrate von ca. 40 % durchgeführt worden [51], seither stehen sogenannte Stentgrafts zur Verfügung, die mit einer Poly-Tetra-Fluor-Ethylen- (PTFE)-Hülle ummantelt sind und die zu diesem Zweck in jedem Katheterlabor zur Verfügung stehen sollten. Diese Stentgrafts können für die Akuttherapie der Perforation das entscheidende Hilfsmittel darstellen, sie können in über 90 % der Fälle erfolgreich eingesetzt werden [15]. Diese Stents können im Notfall allerdings aufgrund ihres

hohen Profils und ihrer Rigidität problematisch sein, da man sie wegen proximaler Gefäßkurven nicht an den Ort der Perforation vorbringen kann. Die Verwendung von PTFE-ummantelten Stents verringert die Notwendigkeit für notfallmäßige Operationen infolge einer Perforation deutlich (in einer retrospektiven Untersuchung 1/11 im Gegensatz zu 15/17 nach Therapie mit einem normalen Stent) [15]. In einzelnen Zentren sind auch Stents verwendet worden, die mit einer aus dem Arm oder Bein akut entnommenen autologen Vene oder Arterie ummantelt worden sind [67–70]. Dieses Verfahren hat sich im Notfall nicht durchgesetzt, da es 5–10mal länger dauert, bis der Stent präpariert und platziert ist, darüber hinaus ist der längerfristige Verlauf nicht bekannt [71–73]. Kürzlich wurde von einer weiteren Möglichkeit berichtet, eine Perforation, die durch den Führungsdraht sehr weit peripher verursacht wurde und daher für einen PTFE-ummantelten Stent nicht zugänglich ist, zu behandeln: nachdem die prolongierte Balloninflation nicht zum Erfolg geführt hatte, wurde bei liegendem und mit niedrigem Druck entfaltetem Ballon der Führungsdraht entfernt und durch den Führungskatheter und das distale Lumen des Ballons 100 IU (50 UI/ml) Thrombin mit Erfolg injiziert [74]. Bei weit peripher liegenden Perforationen ist auch über das erfolgreiche Einbringen von Coils berichtet worden, allerdings mit dem Nachteil des anschließenden Gefäßverschlusses. Diese Verfahren bleiben speziellen Einzelfällen vorbehalten.

Verkürzung der Blutungszeit

Nach koronaren Perforationen sollte immer erwogen werden, ob eine Neutralisation der systemischen Effekte des bereits verabreichten Heparins auf das plasmatische Gerinnungssystem durch die Gabe von Protaminsulfat erforderlich ist, Ziel sollte eine „activated clotting time“ (ACT) < 150 s sein. Falls eine Therapie mit dem GlykoproteinIIb/IIIa-Rezeptorantagonist Reopro® vor oder während der Intervention begonnen wurde, ist zur Normalisierung der Gerinnungszeit ggf. auch die Substitution mit Thrombozytenkonzentraten erforderlich und sinnvoll, insbesondere dann, wenn eine akute herzchirurgische Therapie erforderlich wird. Als Ziel ist hierbei ein Wert von < 50 % im Rapid Platelet Function Assay (RPFA) zu sehen.

Hämodynamische Stabilisierung des Patienten

Gleichzeitig mit der lokalen Therapie der Perforation ist erforderlichenfalls die hämodynamische Stabilisierung des Patienten zu initiieren. Flüssigkeitssubstitution ist in jedem Fall erforderlich. Zu bedenken ist, daß auch ein sehr geringer, nicht punktionswürdiger Perikarderguß zu erheblichen Symptomen führen kann, insbesondere zu vagalen Reaktionen oder starken Schmerzen, die eine entsprechende analgetische Therapie erforderlich machen. Zur Quantifizierung eines Perikardergusses ist immer eine Echokardiographie erforderlich. Ggf. ist die rasche Perikardpunktion und -drainage über den typischen subxiphoidalen Zugang entscheidend. Insbesondere dann, wenn die hämodynamische Situation des Patienten eine mechanische Reanimation erforderlich macht, ist für den Erfolg entscheidend, ob mit dem Perikarderguß die Ursache des schlechten hämodynamischen Zustandes beseitigt werden kann.

Herzchirurgie

Da initial nicht zu übersehen ist, ob die Maßnahmen zur Therapie der Perforation im Herzkatheterlabor erfolgreich sein werden, sollte immer eine initiale Alarmierung der Herzchirurgischen Abteilung erfolgen. Wenn zum Management der koronaren Perforation eine notfallmäßige herzchirurgische Therapie erforderlich wird, sollte eine direkte Zusammenarbeit gewährleistet sein. Eine herzchirurgische Therapie wird erforderlich bei sehr großen Perforationen, bei durch prolongierte Balloninflationen, Perfusionsballon oder PTFE-Stent nicht beherrschbaren Perforationen, bei schweren, perkutan nicht zu behandelnden Ischämien und bei kardiogenem Schock durch eine im Katheterlabor nicht beherrschbare Perikardtamponade [27, 40, 48, 55, 58, 75, 76]. Ggf. ist es erforderlich, den Ballon im Gefäß zu belassen, um eine kritische Zunahme eines Perikardergusses auf dem Weg in die Chirurgische Abteilung zu verhindern.

Management nach überstandener koronarer Perforation

In Abhängigkeit von der hämodynamischen Situation ist nach erfolgreicher Therapie einer koronaren Perforation die Überwachung und Therapie auf einer kardiologischen Überwachungseinheit oder auf einer Intensivstation für 24–48 h erforderlich. Bei liegender Perikarddrainage sind echokardiographische Kontrollen im Abstand von 4 h obligat, bis zur Entfernung des Katheters 24 oder max. 48 h später. Erneute Koronarangiographien sollten in Abhängigkeit vom Zustand des Patienten am Tag nach der Akutsituation und/oder vor Entlassung erwogen werden. In einer retrospektiven Untersuchung betrug die Inzidenz von Pseudoaneurysmata bei Patienten nach Perforation 29 %, nach Typ-I-Perforationen 11 % und nach Typ-II- oder -III-Perforationen 72 %; allerdings waren alle Patienten in dieser Studie mit prolongierter Balloninflation behandelt worden, keiner der Patienten hatte einen PTFE-Stent erhalten [14]. Dieses sekundäre koronare Pseudoaneurysma kann ebenfalls mit einem ummantelten Stent [33, 77–80], Coils [33, 50] oder herzchirurgisch [81–87] therapiert werden. Allerdings sind Komplikationen durch sekundäre koronare Pseudoaneurysmata auch nach mehreren Jahren bislang in der Literatur nicht beschrieben worden [14, 17, 83, 85, 87–91].

Literatur:

1. Semple T, Williams BO, Baxter RH. Spontaneous coronary artery perforation with tamponade. Demonstration by necropsy selective coronary arteriography. *Br Heart J* 1978; 40: 1423–5.
2. Aigner A, Hammerle P, Raas E. Coronary aneurysm with rupture into the right atrium. *Z Kardiol* 1979; 68: 144–6.
3. Satoda M, Tatsukawa H, Katoh S. Images in cardiovascular medicine. Sudden death due to rupture of coronary aneurysm in a 26-year-old man. *Circulation* 1998; 97: 705–6.
4. Rossum A, Osborn L, Wernly J, Timm C, Abrams J. Cardiac stab wound resulting in a left anterior descending artery to left ventricular fistula with delayed pericardial tamponade. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1994; 31: 283–5.
5. Dueholm S, Fabrin J. Isolated coronary artery rupture following blunt chest trauma. A case report. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 20: 183–4.
6. Rubin DA, Denys BG. Delayed and spontaneous coronary artery rupture following non-penetrating chest trauma. *Am Heart J* 1992; 124: 1635–7.
7. Baker PB, Keyhani-Rofagha S, Graham RL, Sharma HM. Dissecting hematoma (aneurysm) of coronary arteries. *Am J Med* 1986; 80: 317–9.
8. Steffeno G, Meier B, Finci L, Velebit V, von Segesser L, Faidutti B, Rutishauser W. Acute complications of elective coronary angioplasty: a review of 500 consecutive procedures. *Br Heart J* 1988; 59: 151–8.
9. Hsu YS, Tamai H, Odawara K, Yamagata T, Ueda K, Tomita T, Koya M, Motohara S, Uehata H. Coronary arterial rupture during percutaneous transluminal coronary angioplasty: a case report. *J Cardiol* 1990; 20: 493–8.
10. Ellis SG, Ajluni S, Arnold AZ, Popma JJ, Bittl JA, Eigler NL, Cowley MJ, Raymond RE, Safian RD, Whitlow PL. Increased coronary perforation in the new device era. Incidence, classification, management, and outcome. *Circulation* 1994; 90: 2725–30.
11. Ajluni SC, Glazier S, Blankenship L, O'Neill WW, Safian RD. Perforations after percutaneous coronary interventions: clinical, angiographic, and therapeutic observations. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1994; 32: 206–12.
12. Cowley MJ, Dorros G, Kelsey SF, Van Raden M, Detre KM. Acute coronary events associated with percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984; 53: 12C–16C.
13. Gunning MG, Jewitt DE, Shah AM, Thomas MR, Wainwright RJ, Williams IL. Coronary artery perforation during percutaneous intervention: incidence and outcome. *Heart* 2002; 88: 495–8.
14. Fukutomi T, Suzuki T, Popma JJ, Hosokawa H, Yokoya K, Inada T, Hayase M, Kondo H, Ito S, Suzuki S, Itoh M. Early and late clinical outcomes following coronary perforation in patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Circ J* 2002; 66: 349–56.
15. Briguori C, Nishida T, Anzuini A, Di Mario C, Grube E, Colombo A. Emergency polytetrafluoroethylene-covered stent implantation to treat coronary ruptures. *Circulation* 2000; 102: 3028–31.
16. Bittl JA, Ryan TJ Jr, Keaney JF Jr, Tchong JE, Ellis SG, Isner JM, Sanborn TA. Coronary artery perforation during excimer laser coronary angioplasty. The percutaneous Excimer Laser Coronary Angioplasty Registry. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 1158–65.
17. Holmes DR Jr, Reeder GS, Ghazzal ZM, Bresnahan JF, King SB, Leon MB, Litvack F. Coronary perforation after excimer laser coronary angioplasty: the Excimer Laser Coronary Angioplasty Registry experience. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 330–5.
18. Litvack F, Eigler N, Margolis J, Rothbaum D, Bresnahan JF, Holmes D, Untereker W, Leon M, Kent K, Pichard A, King S, Ghazzal Z, Cummins F, Krauthamer D, Palacios I, Block P, Hartzler GO, O'Neill W, Cowley M, Roubin G, Klein LW, Frankel PS, Adams C, Goldenberg T, Laudenslager J, Grundfest WS, Forrester JS. Percutaneous excimer laser coronary angioplasty: results in the first consecutive 3,000 patients. The ELCA Investigators. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 323–9.
19. Baumbach A, Bittl JA, Fleck E, Geschwind HJ, Sanborn TA, Tchong JE, Karsch KR. Acute complications of excimer laser coronary angioplasty: a detailed analysis of multicenter results. Coinvestigators of the U.S. and European Percutaneous Excimer Laser Coronary Angioplasty (PELCA) Registries. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 1305–13.
20. Baumbach A, Oswald H, Kvasnicka J, Fleck E, Geschwind HJ, Ozbek C, Reifart N, Bertr ME, Karsch KR. Clinical results of coronary excimer laser angioplasty: report from the European Coronary Excimer Laser Angioplasty Registry. *Eur Heart J* 1994; 15: 89–96.
21. Margolis JR, Litvack F, Krauthamer D, Trautwein R, Goldenberg T, Grundfest W. Excimer laser coronary angioplasty: American multicenter experience. *Herz* 1990; 15: 223–32.
22. Nakamura H, Aizawa T, Ogasawara K, Kirigaya H, Sato H, Nagashima K, Abe S, Nakaji T, Asakawa H, Watanabe H, Kato K, Kawai S, Okada R. Late coronary artery aneurysm formation following directional coronary atherectomy. *J Cardiol* 1996; 27: 1–8.
23. Elliott JM, Berdan LG, Holmes DR, Isner JM, King SB, Keeler GP, Kearney M, Califf RM, Topol EJ. One-year follow-up in the Coronary Angioplasty Versus Excisional Atherectomy Trial (CAVEAT II). *Circulation* 1995; 91: 2158–66.
24. Erbel R, Haude M, Dietz U, Rupprecht HJ, Zolt R, Meyer J. New mechanical devices for treatment of coronary artery disease. *Z Kardiol* 1990; 79 (Suppl 3): 121–9.
25. Okabayashi H, Shimada I, Soga Y, Matsubayashi K, Tanabe A, Kamikawa Y, Saitoh Y, Nagasawa A. Emergent operation after percutaneous transluminal coronary rotational atherectomy. *Kyobu Geka* 1997; 50: 1077–80.
26. Kondo T, Kawaguchi K, Awaji Y, Mochizuki M. Immediate and chronic results of cutting balloon angioplasty: a matched comparison with conventional angioplasty. *Clin Cardiol* 1997; 20: 459–63.
27. Michael A, Solzbach U, Saurbier B, Schmidt-Schweda S, Schöllhorn J, Beyersdorf F, Just H, Holubarsch C. Bypass-Perforation durch Stentimplantation: Komplikationsmanagement. Ein Fallbericht. *Z Kardiol* 1998; 87: 233–9.
28. Hennessy TG, McCann HA, Sugrue DD. Fatal stent thrombosis following successful treatment of coronary artery rupture in an octogenarian. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 42: 434–6.
29. Finch IJ, Krouse JR. Pericardial tamponade from iatrogenic coronary artery perforation treated with transcatheter embolization. *J Vasc Interv Radiol* 1996; 7: 147–8.
30. Hering D, Horstkotte D, Schwimbeck P, Piper C, Bilger J, Schultheiss HP. Acute myocardial infarct caused by a muscle bridge of the anterior interventricular ramus: complicated course with vascular perforation after stent implantation. *Z Kardiol* 1997; 86: 630–8.
31. Shammam NW, Thondapu VR, Winniford MD, Kalil DA. Perforation of saphenous vein graft during coronary stenting: a case report. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 38: 274–6.
32. Reimers B, von Birgelen C, van der Giessen WJ, Serruys PW. A word of caution on optimizing stent deployment in calcified lesions: acute coronary rupture with cardiac tamponade. *Am Heart J* 1996; 131: 192–4.
33. Dorros G, Jain A, Kumar K. Management of coronary artery rupture: covered stent or microcoil embolization. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 36: 148–54.
34. Alfonso F, Goicolea J, Hernandez R, Fernandez Ortiz A, Segovia J, Banuelos C, Aragon-Cillo P, Phillips P, Macaya C. Arterial perforation during optimization of coronary stents using high-pressure balloon inflations. *Am J Cardiol* 1996; 78: 1169–72.
35. Schöbel WA, Voelker W, Haase KK, Karsch KR. Occurrence of a saccular pseudoaneurysm formation two weeks after perforation of the left anterior descending coronary artery during balloon angioplasty in acute myocardial infarction. *Cathet Cardiovasc Intervent* 1999; 47: 341–6.
36. Satler LF. A revised algorithm for coronary perforation. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2002; 57: 215–6.
37. Dippel EJ, Kereiakes DJ, Tramuta DA, Broderick TM, Shimshak TM, Roth EM, Hattner CR, Runyon JP, Whang DD, Schneider JF, Abbott-Smith CW. Coronary perforation during percutaneous coronary intervention in the era of abciximab platelet glycoprotein IIb/IIIa blockade: an algorithm for percutaneous management. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 52: 279–86.
38. Sutton JM, Raymond RE, Ellis SG. Coronary Artery Perforation: Risk factors and management. In: Topol EJ (ed). *Textbook of Interventional Cardiology*. WB Saunders, Philadelphia, 1994; 576–99.
39. Goldbaum TS, Jacob AS, Smith DF, Pichard A, Lindsay JJ. Cardiac tamponade following percutaneous transluminal coro-

- nary angioplasty: four case reports. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1985; 11: 413–6.
40. Cherry S, Vandormael M. Rupture of a coronary artery and hemorrhage into the ventricular cavity during coronary angioplasty. *Am Heart J* 1997; 113: 386–7.
41. Meng RL, Harlan MD. Left anterior descending coronary artery-right ventricular fistula complicating percutaneous transluminal angioplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 387–90.
42. Iannone LA, Iannone DP. Iatrogenic left coronary artery fistula-to-left ventricle following PTCA: a previously unreported complication with nonsurgical management. *Am Heart J* 1990; 120: 1215–7.
43. el Omar MM, Hargreaves MR, Venkataraman A, Been M. Coronary ventricular fistula as a complication of PTCA: a case report and literature review. *Int J Cardiol* 1995; 51: 113–6.
44. Grill HP, Chew PH, Weiss JL, Merillat JC, Hill G, Cadden J, Brinker JA. Contrast echocardiographic diagnosis of PTCA-induced coronary artery-left ventricle fistula. *Am Heart J* 1991; 121: 194–8.
45. Karim MA. Coronary artery aneurysmal fistula: a late complication of stent deployment. *Int J Cardiol* 1996; 57: 207–9.
46. Leor J, Battler A, Har Zahav Y, Behar S, Rath S. Iatrogenic coronary arteriovenous fistula following percutaneous coronary angioplasty. *Am Heart J* 1992; 123: 784–6.
47. Saffitz JE, Rose TE, Oaks JB, Roberts WC. Coronary arterial rupture during coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1983; 51: 902–4.
48. Nassar H, Hasin Y, Gotsman MS. Cardiac tamponade following coronary arterial rupture during coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1991; 23: 177–9.
49. Eckhout E, Beuret P, Lohrinus A, Genton CY, Goy JJ. Coronary artery rupture during transluminal coronary recanalization and angioplasty in a case of acute myocardial infarction and shock. *Clin Cardiol* 1993; 16: 355–6.
50. Saito S, Arai H, Kim K, Aoki N. Pseudoaneurysm of coronary artery following rupture of coronary artery during coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 26: 304–7.
51. Thomas MR, Wainwright RJ. Use of an intracoronary stent to control intrapericardial bleeding during coronary artery rupture complicating coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 30: 169–72.
52. Grollier G, Bories H, Commeau P, Foucault JP, Potier JC. Coronary artery perforation during coronary angioplasty. *Clin Cardiol* 1986; 9: 27–9.
53. Flynn MS, Aguirre FV, Donohue TJ, Bach RG, Caracciolo EA, Kern MJ. Conservative management of guidewire coronary artery perforation with pericardial effusion during angioplasty for acute inferior myocardial infarction. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 29: 285–8.
54. Meier B. Benigne coronary perforation during percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Br Heart J* 1985; 54: 33–5.
55. Kimbiris D, Iskrian AS, Goel I, Bemis CE, Gehl L, Owens J, Segal BL. Transluminal coronary angioplasty complicated by coronary artery perforation. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1982; 8: 481–7.
56. Howlett JG, Teskey RJ, O'Neill BJ. Spontaneous pericardial tamponade during PTCA. *Can J Cardiol* 1995; 11: 927–30.
57. Escaned J, Ahmad RA, Shiu MF. Pleural effusion following coronary perforation during balloon angioplasty: an unusual presentation of the postpericardiotomy syndrome. *Eur Heart J* 1992; 13: 716–7.
58. Altman F, Yazdanfar S, Wertheimer J, Ghosh S, Kotler M. Cardiac tamponade following perforation of the left anterior descending coronary system during percutaneous transluminal coronary angioplasty: successful treatment by pericardial drainage. *Am Heart J* 1986; 111: 1196–7.
59. Topaz O, Rozenbaum EA, Luxemburg MG, Schumacher A. Laser assisted coronary angioplasty in patients with severely depressed left ventricular function: quantitative coronary angiography and clinical results. *J Intervent Cardiol* 1995; 8: 661–9.
60. Teirstein PS, Hartzler GO. Nonoperative management of aortocoronary saphenous vein graft rupture during percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1987; 60: 377–8.
61. Fejka M, Dixon SR, Safian RD, O'Neill WW, Grines CL, Finta B, Marcovitz PA, Kahn JK. Diagnosis, management, and clinical outcome of cardiac tamponade complicating percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* 2002; 90: 1183–6.
62. Seggewiss H, Schmidt HK, Mellwig KP, Everlien M, Strick S, Fassbender D, Vogt J. Acute pericardial tamponade after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA). A rare life threatening complication. *Z Kardiol* 1993; 82: 721–6.
63. Gruberg L, Pinnow E, Flood R, Bonnet Y, Tebeica M, Waksman R, Satler LF, Pichard AD, Kent KM, Leon MB, Lindsay J Jr. Incidence, management, and outcome of coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* 2000; 86: 680–2.
64. Kaul U, Singh B. Ventricular perforation following stenting of left anterior descending artery. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 42: 109.
65. Wolff MR, Resar JR, Stuart RS, Brinker JA. Coronary artery rupture and pseudoaneurysm formation resulting from percutaneous coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 28: 47–50.
66. Topaz O, Cowley MJ, Vetrovec GW. Coronary perforation during angioplasty: angiographic detection and demonstration of complete healing. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 27: 284–8.
67. Kaplan BM, Stewart RE, Sakwa MP, O'Neill WW. Repair of a coronary pseudoaneurysm with percutaneous placement of a saphenous vein allograft attached to a biliary stent. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 37: 208–12.
68. Colon PJ, Ramee SR, Mulingtapang R, Pridjian A, Bhatia D, Collins TJ. Percutaneous bailout therapy of a perforated vein graft using a stent-autologous vein patch. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 38: 175–8.
69. Chae JK, Park SW, Kim YH, Honk MK, Park SJ. Successful treatment of coronary artery perforation during angioplasty using autologous vein graft coated stent. *Eur Heart J* 1997; 18: 1030–2.
70. Colombo A, Itoh A, Mario CD. Successful closure of a coronary vessel rupture with a vein graft stent: Case report. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 38: 172–4.
71. Stefanadis C, Tsiamis E, Vlachopoulos C, Toutouzas K, Giatrakos N, Tsioufis C, Diamantopoulos L, Toutouzas P. Arterial autologous graft-stent for treatment of coronary artery disease: a new technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 40: 302–7.
72. Stefanadis C, Tsiamis E, Vlachopoulos C, Toutouzas K, Stratos C, Kallikazaros I, Vavuranakis M, Toutouzas P. Autologous vein graft-coated stents for the treatment of thrombus-containing coronary artery lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 40: 217–22.
73. Stefanadis C, Toutouzas K, Vlachopoulos C, Tsiamis E, Kallikazaros I, Stratos C, Vavuranakis M, Toutouzas P. Autologous vein graft-coated stent for treatment of coronary artery disease. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 38: 159–70.
74. Fischell TA, Korban EH, Lauer MA. Successful treatment of distal coronary guidewire-induced perforation with balloon catheter delivery of intracoronary thrombin. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2003; 58: 370–4.
75. Goldman MH, Masden RR, Yared S. Acute rupture of the left anterior descending coronary artery secondary to percutaneous transluminal angioplasty. *Am Heart J* 1986; 112: 1325–8.
76. Gonzalez Santos JM, Vallejo JL, Pineda T, Zuazo JA. Emergency surgery after coronary disruption complicating PTCA. Report of four cases. *Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 33: 244–7.
77. Birgelen vC, Haude M, Liu F, Ge J, Gorge G, Welge D, Wienecke H, Baumgart D, Opherk D, Erbel R. Behandlung eines koronaren Pseudoaneurysma durch Stent-Graft-Implantation. *Dtsch med Wschr* 1998; 123: 418–22.
78. Parmar RJ, Uretsky BF. Obliteration of a coronary artery aneurysm with percutaneous transluminal coronary angioplasty and stent placement. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 41: 51–2.
79. Wong SC, Kent KM, Mintz GS, Pichard AD, Satler LF, Garcia J, HONG MK, Popma JJ, Leon MB. Percutaneous transcatheter repair of a coronary aneurysm using a composite autologous cephalic vein-coated Palmaz-Schatz Biliary stent. *Am J Cardiol* 1995; 76: 990–1.
80. Di Mario C, Caprari M, Santoli C, Akiyama T, Reimers B, Kobayashi Y, Blengino S, Colombo A. Transcatheter repair of a large coronary pseudoaneurysm using ultrasound guidance and vein-covered stents. *G Ital Cardiol* 1997; 27: 701–5.
81. Weston MW, Bowerman RE. Coronary artery aneurysm formation following PTCA. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1987; 13: 181–4.
82. Garrand TJ, Mintz GS, Popma JJ, Lewis SA, Vaughn NA, Leon MB. Intravascular ultrasound diagnosis of a coronary artery pseudoaneurysm following percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am Heart J* 1993; 125: 880–2.
83. Bal ET, Thijs Plokker HW, van den Berg EM, Ernst SM, Gijss Mast E, Gin RM, Ascoop CA. Predictability and prognosis of PTCA-induced coronary artery aneurysms. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1991; 22: 85–8.
84. Doucet S, Gagnon RM, Laramée P, Beaudet R. Late coronary aneurysm formation following coronary angioplasty. *Can J Cardiol* 1990; 6: 399–401.
85. Walford GD, Midei MG, Aversano TR, Gottlieb SO, Chew PH, Brinker JA. Coronary artery aneurysm formation following percutaneous transluminal coronary angioplasty: treatment of associated restenosis with repeat percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990; 20: 77–83.
86. Ueno T, Itoh T, Natsuaki M, Ohteki H, Sakurai J, Minato N, Watanabe Y, Koga N, Kohchi K. Surgical treatment of coronary aneurysm developed after PTCA. *Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 36: 46–8.
87. Hill JA, Margolis JR, Feldman RL, Conti CR, Pepine CJ. Coronary arterial aneurysm formation after balloon angioplasty. *Am J Cardiol* 1983; 52: 261–4.
88. Vassanelli C, Turri M, Morando G, Menegatti G, Zardini P. Coronary arterial aneurysms after percutaneous transluminal coronary angioplasty – a not uncommon finding at elective follow-up angiography. *Int J Cardiol* 1989; 22: 151–6.
89. Chou TM, Amidon TM, Ports TA. Contained rupture following percutaneous transluminal coronary angioplasty: long-term outcome. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 28: 152–4.
90. Desai PK, Ro JH, Pucillo A, Weiss MB, Herman MV. Left main coronary artery aneurysm following percutaneous transluminal angioplasty: a report of a case and review of the literature. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 27: 113–6.
91. Semler HJ. Coronary focal ectasia formation following percutaneous transluminal angioplasty. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1991; 23: 124–6.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)