

Notfallmanagement im Herzkatheterlabor

Wolfram Voelker, Björn Daniel Lengenfelder

Einleitung

In Deutschland wurden im Jahr 2014 ca. 900 000 diagnostische Linksherzkatheteruntersuchungen, 360 000 perkutane Koronarinterventionen (PCIs), 58 000 elektrophysiologische Prozeduren sowie eine beträchtliche Anzahl von Interventionen bei strukturellen Herzerkrankungen durchgeführt [1].

Jeder Herzkathetereingriff birgt ein Komplikationsrisiko, das von vielfältigen Einflussfaktoren abhängt, u. a. vom Eingriffstyp, vom klinischen Zustand des Patienten, von der Dringlichkeit des Eingriffs, der Infrastruktur des Labors sowie der Erfahrung des Untersuchers und des Behandlungsteams. Um Komplikationen bei Kathetereingriffen möglichst zu vermeiden, sind eine korrekte Indikationsstellung, eine strategische Planung und fachgerechte Durchführung des Eingriffs sowie eine angemessene Nachbetreuung und -behandlung des Patienten wichtig. Anamnestische Angaben (z. B. Kontrastmittelallergie), Vormedikation (z. B. blutverdünnende Therapie) sowie Vorbefunde früherer Kathetereingriffe (Vorfilme) müssen bei der Planung des Eingriffs berücksichtigt werden.

Komplikationen können bereits während oder unmittelbar nach der Katheteruntersuchung auftreten, sie können sich aber auch erst Stunden oder gar Tage nach dem Eingriff manifestieren. Von daher muss eine adäquate Überwachung nach dem Eingriff gewährleistet sein. Die notwendige Dauer und der Ort der Überwachung (Herzkatheterlabor, Intermediate Care Station, Intensiv- oder Normalstation)

hängen von der Art und dem Verlauf des Eingriffs ab.

Im Folgenden wird das Notfallmanagement der Komplikationen vorgestellt, die im Herzkatheterlabor von besonderer Bedeutung sind. Des Weiteren werden der jeweils zugrunde liegende Pathomechanismus und mögliche Präventionsmaßnahmen diskutiert.

Vasovagale Reaktion

Charakteristika. Ein Blutdruckabfall und/oder eine Sinusbradykardie, insbesondere zu Beginn eines Herzkathetereingriffs, sind häufig vasovagal bedingt. Typischerweise tritt dieses Ereignis in zeitlichem Zusammenhang mit der Lokalanästhesie bzw. einer ggf. schmerzhaften Gefäßpunktion auf.

Maßnahmen. Weitere Schmerzreize sind bei einer vasovasalen Reaktion zu vermeiden. Durch rasches Hochlagern der Beine, Flüssigkeitsgabe (z. B. 500 ml NaCl 0,9%) und ggf. die Gabe von 0,5–1,0 mg Atropin i. v. können der Kreislauf i. d. R. rasch stabilisiert und Puls und Blutdruck normalisiert werden.

Prophylaxe. Eine vasovagale Reaktion bei einer Herzkatheteruntersuchung kann meist durch eine ruhige, patientengerechte Atmosphäre im Herzkatheterlabor und bedarfsweise eine sedierende Prämedikation vermieden werden. Auch eine suffiziente Lokalanästhesie und Vermeidung langer Nüchternphasen vor dem Eingriff beugen einer vasovagalen Reaktion vor.

Kontrastmittelreaktion

Charakteristika. Allergische Reaktionen auf eine Applikation jodhaltiger Kontrastmittel kommen bei weniger als 0,5% aller Herzkatheteruntersuchungen vor [2]. Schwere Verlaufsformen können mit Bronchospasmen bis hin zum allergischen Schock einhergehen.

Maßnahmen. Im Fall eines anaphylaktischen Schocks ist die sofortige Gabe von Kortikosteroiden (z. B. Solu-Decortin H 250 mg i. v.), H₁-Rezeptorantagonisten (z. B. Clemastin 4 mg i. v.), H₂-Rezeptorantagonisten (z. B. Ranitidin 50 mg i. v.) und ggf. die Gabe von Suprarenin (z. B. 0,1–0,2 mg i. v.) notwendig.

Prophylaxe. Vor jeder Katheteruntersuchung ist eine sorgfältige Kontrastmittelanamnese Pflicht. Bei Hinweisen auf eine Kontrastmittelallergie muss die Indikation zum Kathetereingriff restriktiv gestellt werden bzw. eine adäquate Prophylaxe mit Kortikosteroiden und H₁- und H₂-Antihistaminika erfolgen.

Gefäßblutungen

Charakteristika. Blutungen bei Kathetereingriffen sind meist punktions- und schleusenbedingt. Das transfemorale Vorgehen deutlich höhere lokale Komplikationsraten auf – die Inzidenz relevanter Hämatomate liegt hier bei ca. 3,5% [3] und die von retroperitonealen Blutungen bei ca. 0,1% [4]. Insbesondere Frauen sowie ältere, adipöse oder kachektische Patienten sind blutungsgefährdet, aber auch

Patienten mit Nierenfunktionseinschränkung bzw. gerinnungshemmender Therapie. Schließlich wird das Nachblutungsrisiko beim transfemorale Vorgehen durch die Punktionsstechnik selbst beeinflusst. Es ist bei Verwendung großkalibriger Schleusen (>6F) erhöht, ebenso wie bei einer „zu tiefen“ oder ein „zu hohen“ Punktion. Sowohl bei der „zu tiefen“ Punktion (d. h. der A. femoralis superficialis unterhalb des Hüftkopfes) als auch der „zu hohen“ Punktion (d. h. der A. iliaca externa oberhalb von Hüftkopf und Leistenband) ist eine effektive Gefäßkompression erschwert und das Blutungsrisiko somit erhöht. Bei „zu hoher“ Gefäßpunktion besteht die Gefahr einer potenziell lebensbedrohlichen retroperitonealen Einblutung. Die Verwendung von Verschlussystemen reduziert das Risiko einer Nachblutung bzw. eines retroperitonealen Hämatoms nicht [5].

Symptome. Sollte es im Verlauf einer Katheteruntersuchung zu einem ungeklärten Blutdruckabfall kommen, muss eine Blutung im Bereich der Punktionsstelle (insbesondere eine retroperitoneale Blutung) differenzialdiagnostisch in Betracht gezogen werden. Eine punktionsbedingte Blutung führt allerdings nur in seltenen Fällen bereits während des Herzkathetereingriffs zu einer Kreislaufdepression. Meist kommt es erst Minuten bis Stunden (in Einzelfällen auch Tage) nach dem Kathetereingriff zum Blutdruckabfall und den hiermit assoziierten Symptomen (Schwindel, Unruhe, Synkope). Liegt eine retroperitoneale Blutung vor, geben die betroffenen Patienten meist keine Schmerzen im Bereich der Punktionsstelle an, sondern eher diffuse Schmerzen im Rücken oder in der Flanke.

Maßnahmen. Bei einer Nachblutung infolge ineffektiver Kompression oder Versagen des Verschlussystems muss erneut komprimiert werden und ggf. eine längerfristige Kompression (mit Femostop, St. Jude Medical) erfolgen. Gleichzeitig benötigen die Patienten häufig eine Volumengabe (z. B. 1000 ml NaCl 0,9%) zur

hämodynamischen Stabilisierung und eine analgetische Medikation.

Bei Verdacht auf ein retroperitoneales Hämatom sind eine rasche computertomografische Abklärung und/oder eine angiografische Gefäßdarstellung (meist von kontralateral) notwendig, um das Ausmaß der Blutung zu beurteilen, eine noch aktive Blutung nachzuweisen oder auszuschließen und die notwendigen Therapiemaßnahmen zu planen (konservativ, gefäßchirurgische Entlastung und/oder Gefäßübernähung oder interventionelle Therapie mit Implantation eines gecoverten Stents).

In seltenen Fällen, z. B. bei verkalkten oder stark gewundenen Gefäßen, kann es beim Verschieben der Schleuse, des Drahtes oder des Katheters zu einer Gefäßperforation proximal der Punktionsstelle kommen. Außerdem besteht bei der Verwendung von Einführdrähten mit Polymerbeschichtung (z. B. Terumo-Drähten) die Gefahr der Gefäßperforation, wenn mit diesen Drähten versehentlich ein kleiner Seitenast sondiert und der Draht „blind“, d. h. ohne Röntgenkontrolle, vorgeschoben wird. Diese Komplikation kann sowohl bei der transfemorale als auch der transradialen Katheterisierung auftreten. Drahtperforationen beim transradialen Katheter können meist durch lokale Kompression von außen (mit/oder ohne begleitende Protamingabe) beherrscht werden, ein chirurgisches Vorgehen ist nur in Einzelfällen notwendig. Eine Drahtperforation beim transfemorale Vorgehen erfordert das rasche Einbringen eines Okklusionsballons und meist die anschließende Implantation eines gecoverten Stents.

Prophylaxe. Punktionsbedingte Blutungen können beim transfemorale Vorgehen auch bei korrekter Punktions- und Verschlussstechnik nicht komplett verhindert werden. Beim transradialen Vorgehen sind solche Blutungen dagegen praktisch auszuschließen, sodass dieser Zugangsweg, insbesondere bei blutungsgefährdeten Patienten, zu bevorzugen ist.

Sonstige periphere Gefäßkomplikationen

Gefäßdissektion. Bei Einführung des Drahtes kann es zu einer Gefäßdissektion kommen, insbesondere wenn dieser gegen Widerstand eingeführt wird. Kann ein Draht nicht problemlos vorgeschoben werden, ist eine Röntgenkontrolle und ggf. eine Kontrastmitteldarstellung indiziert, um die Ursache des Problems zu klären. Bei einer Dissektion sollten Draht oder Katheter keinesfalls weiter vorgeschoben werden. Vielmehr ist der Eingriff auf der betroffenen Seite zu beenden und die Untersuchung von kontralateral oder von transradial fortzuführen. Einer spezifischen Therapie bedarf die Gefäßdissektion meist nicht, da sich die gegen den Fluss entstandene Dissektionsmembran i. d. R. wieder spontan anlegt.

Gefäßverschluss. Ein Gefäßverschluss an der Punktionsstelle ist bei transfemoralem Vorgehen eine Seltenheit und kann z. B. durch inadäquate Verwendung von Verschlussystemen (Angioseal, Proglide) bedingt sein. In diesen Fällen ist i. d. R. ein gefäßchirurgischer Eingriff notwendig, um den iatrogenen Gefäßverschluss zu revidieren.

Herzrhythmusstörungen

Kammerflimmern. Die häufigste tachykarde Herzrhythmusstörung bei der elektiven Koronarangiografie ist das Kammerflimmern. Kammerflimmern entsteht meist durch eine passagere Okklusion einer Koronararterie. Desweiteren kann der Katheter bei der Darstellung der rechten Kranzarterie versehentlich in die Konusarterie eintauchen, was zum Verschlussdruck führt. Wenn dies nicht rechtzeitig bemerkt wird und das Gefäß „überspritzt“, d. h. mit übermäßig viel Kontrastmittel dargestellt wird, kann es zu Kammerflimmern kommen. Auch bei Darstellung von Venengrafts ist das Risiko von Kammerflimmern erhöht. Bei der

Koronarintervention, insbesondere beim akuten Myokardinfarkt, tritt Kammerflimmern meist ischämiebedingt oder infolge einer Reperfusionischämie auf.

AV-Block. AV-Blockierungen treten typischerweise im Rahmen einer Akutintervention beim Hinterwandinfarkt auf. Bei der Rotablation der A. coronaria dextra (RCA) sind AV-Blockierungen typische Nebenwirkungen des Verfahrens.

Maßnahmen. Das Vorgehen unterscheidet sich je nach Herzrhythmusstörung:

- Bei Kammerflimmern muss sofort elektrisch defibrilliert werden. Es ist darauf zu achten, dass zum Zeitpunkt der Defibrillation der okkludierende Katheter zurückgezogen bzw. der Ballon abgelassen wurde. Sollte das Kammerflimmern mit bis zu 3 unmittelbar hintereinander abgegebenen Schocks bei maximaler Energiewahl nicht erfolgreich zu terminieren sein, muss unverzüglich mit der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) begonnen werden [6]. Nach zweiminütiger CPR wird nach vorheriger Rhythmuskontrolle im Fall eines defibrillierbaren Rhythmus erneut defibrilliert. Diese Sequenz wird bei erfolgloser Defibrillation noch zweimal wiederholt, bevor die erste Gabe von Suparenin 1 mg (1 mg Adrenalin in 10 ml NaCl 0,9% i. v.) sowie die einmalige Gabe von Amiodaron (150–300 mg i. v.) indiziert ist. Weitere Suparenin-Gaben erfolgen bei Bedarf alle 3–5 min.
- Bei bradykarden Herzrhythmusstörungen werden 0,5–1 mg Atropin i. v. und/oder eine Orciprenalin-Infusion gegeben und ggf. ein passagerer Schrittmacher über die V. femoralis platziert. Bei der Rotablation der RCA wird der Schrittmacher meist schon vor der Prozedur prophylaktisch platziert.

Koronardissektion

Diagnostik- oder Führungskatheter können eine Koronardissektion verursachen (Abb. 1), eine Dissektion kann auch durch die Drahtmanipulation sowie die Ballon- oder Stentdilataion bedingt sein. Der Einriss der Gefäßwand (Separation der Gefäßschichten) kann lokal begrenzt sein (ohne Beeinträchtigung des Flusses), er kann aber auch zu einem drohenden oder kompletten Gefäßverschluss führen.

Maßnahmen. Kleinere Dissektionen ohne Beeinträchtigung des Koronarflusses benötigen keine spezielle Intervention. Dissektionen, die den Koronarfluss beeinträchtigen, sollten unmittelbar gestentet werden. Idealerweise kann das „Entry“ der Dissektion mit einem Stent abgedeckt und die Dissektionsmembran wieder angelegt werden. Manchmal kann das Entry nicht genau lokalisiert werden, sodass die Dissektion über die gesamte Länge gestentet werden muss. Bei einer Dissektion muss der Untersucher sehr darauf achten, den Draht in Position zu

halten und ihn nicht bei den Wechselmanövern zu „verlieren“. Insbesondere bei ausgedehnter Dissektion kann es schwer oder sogar unmöglich werden, den Draht bei „Drahtverlust“ erneut über die Dissektion in die Gefäßperipherie vorzubringen. Problematisch sind insbesondere die Fälle, bei denen die Dissektion vor oder während der Drahtplatzierung entstanden ist, ohne dass es zuvor gelang, die Peripherie mit dem Draht zu sondieren. Wenn es auch mit unterschiedlichen Drähten nicht gelingt, die Verschlussstelle zu platzieren, muss bei einem großen Ischämieareal eine notfallmäßige Bypass-Operation in Betracht gezogen werden.

Hauptstammdissektion

Charakteristika. Eine katheterbedingte Dissektion des linken Hauptstamms ist eine sehr seltene, jedoch akut lebensbedrohliche Komplikation (0,07% aller Eingriffe [7]). Ursache dieser Dissektion ist meist ein nicht-koaxial liegender Diagnostik- oder Führungskatheter, der mit

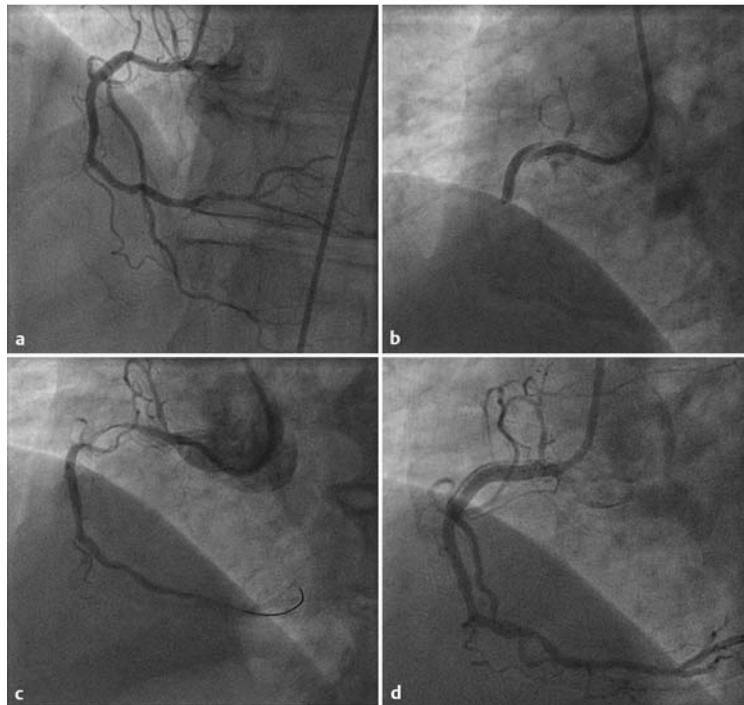


Abb. 1 Katheter-bedingte Dissektion der rechten Kranzarterie. **a** Hochgradige periphere Stenose, **b** Dissektion durch Amplatz-Führungskatheter, **c** Drahtplatzierung, **d** Stentimplantation im Bereich der Dissektion und Wiederherstellung des Flusses.

seiner Katheterspitze die Gefäßwand einreißt. Die Dissektion kann sich einerseits nach distal bis in die Peripherie der Kranzgefäße, andererseits aber auch nach proximal in den Aortenbulbus und die Aorta ascendens und darüber hinaus ausdehnen. Eine katheterbedingte Hauptstammdissektion ist insbesondere dann lebensbedrohlich, wenn sie zu einem akuten Gefäßverschluss führt. In diesen Fällen tritt häufig ein Kreislaufstillstand ein und es entsteht eine akute Reanimationssituation.

Maßnahmen. Bevor das verschlossene Gefäß in diesen Fällen akut rekanalisiert werden kann, muss der Patient zunächst kreislaufmäßig stabilisiert werden (primäre Herzdruckmassage, ggf. LUCAS zur mechanischen Kreislaufunterstützung, ECMO-Anlage). Über einen möglichst atraumatisch auszurichtenden Führungskatheter wird dann versucht, einen 0,014-Inch-Koronardraht in das wahre Lumen vorzubringen. Wenn dies gelingt, ist es mit der anschließenden primären Stentimplantation meist möglich, den Koronarfluss wiederherzustellen und die akut lebensbedrohliche Situation zu beherrschen.

Prophylaxe. Die katheterbedingte Dissektion des Hauptstamms ist ein seltenes, jedoch akut lebensbedrohliches Ereignis, das bei einer atraumatischen koaxialen Platzierung des Katheters meist verhindert werden kann. Der Katheter sollte vom Untersucher stets im Auge behalten werden, um eine potenziell traumatische Lage der Katheterspitze rechtzeitig erkennen und bei Bedarf korrigieren zu können.

Koronarspasmus

Charakteristika. Koronarspasmen können im Rahmen einer Herzkatheteruntersuchung spontan oder mechanisch induziert auftreten, insbesondere die proximale rechte Kranzarterie neigt zur Spasmusbildung. Ein zunehmende „Dämpfung“ oder „Ventrikularisierung“ der Blutdruckkurve bei unveränderter Katheterlage im Ostium

deutet auf einen sich entwickelnden Koronarspasmus hin.

Maßnahmen. Mit einer intrakoronaren Gabe von 100–200 µg Glyceroltrinitrat sowie ggf. 5–10 mg Nifedipin s.l. kann der Koronarspasmus in den meisten Fällen behoben werden. Häufig bildet sich der Spasmus erst nach Rückzug des Katheters aus dem Kranzgefäß zurück.

Die Differenzierung zwischen organischer Stenose und katheterbedingtem Spasmus ist wichtig, um die Notwendigkeit einer interventionellen Therapie zu beurteilen und eine unnötige PCI zu vermeiden.

Luftembolie

Charakteristika. Luft im arteriellen Kreislauf (Abb. 2) kann die Mikrozirkulation okkludieren und ischämische Endorganschäden verursachen. Die Patienten klagen bei einer Luftembolie meist über Angina pectoris, im EKG zeigen sich typischerweise eine Sinustachykardie sowie ST-Senkungen oder -Hebungen. Ursache der Luftembolie ist meist eine unachtsame Handhabung der Kontrastmittelspritze mit Aufziehen von Luft statt Kontrastmittel.

Maßnahmen. Durch Spülung der betroffenen Kranzarterie mit NaCl 0,9% (Druckbeutel!) kann die Luft in die distalen Gefäßabschnitte mobilisiert werden, woraufhin sich die pektanginösen Beschwerden des Patienten und die Ischämiezeichen im EKG langsam zurückbilden. Die zusätzliche Applikation von Sauerstoff (hochdosiert über Nasenbrille bis zur nicht invasiven oder invasiven Beatmung mit einem F_iO_2 von 100%) ist eine weitere wichtige Sofortmaßnahme.

Prophylaxe. Die Gefahr einer Luftembolie kann bei sorgsamer Vorgehensweise unter Vermeidung von Luftaspiration minimiert werden. Die Verwendung automatischer Spritzenpumpen mit Luftdetektoren kann das Risiko von Luftembolien zusätzlich reduzieren.



Abb. 2 Luftembolie (Pfeile) bei der Katheterdarstellung der A. thoracica interna.

Koronarperforation

Charakteristika. Bei der PCI kann es sowohl bei der Ballon- als auch bei der Stentimplantation, aber auch beim Einsatz ablativer Verfahren (z. B. Rotablation) zu einer Koronarperforation kommen. Die sog. Ellis-Klassifikation [8] unterteilt den Schweregrad der Perforation in 3 Typen (Abb. 3). Perforationen vom Typ II und III fallen bei der Kontrollangiografie durch einen Kontrastmittelabfluss aus dem Gefäß auf (Abb. 4).

Risikofaktoren. Zu den prädisponierenden Risikofaktoren für eine Koronarperforation zählen komplexe Läsionen, die Rekanalisation chronischer Verschlüsse sowie die Verwendung von Cutting-Ballons und Rotablation. Häufigste Ursache einer Perforation ist die Verwendung überdimensionierter Ballons bzw. Stents.

Maßnahmen. Prognostisch entscheidend ist die unmittelbare Erkennung der Problematik. Als Erstmaßnahme muss der zuvor verwendete Ballon sofort im Perforationsbereich platziert und mit niedrigem Druck inflatiert werden. Die Insufflation sollte möglichst lange beibehalten werden, sofern es die Symptomatik des Patienten und die Hämodynamik erlauben. In vielen Fällen gelingt es alleine durch eine prolongierte Dilatation, den Kontrastmittelaustritt zu stoppen.

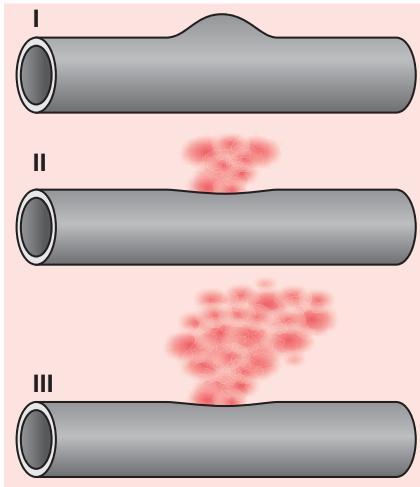


Abb. 3 Definition der Koronarperforation nach Ellis [8]. Typ I ist definiert als ein Krater außerhalb des Gefäßlumens ohne Kontrastmittelabfluss aus dem Gefäß. Typ II ist ein geringer Kontrastmittelabfluss durch eine Diskontinuität der Gefäßwand < 1 mm. Typ III stellt einen Kontrastmittel- und Blutfluss aus dem Gefäß durch eine Diskontinuität von > 1 mm dar.

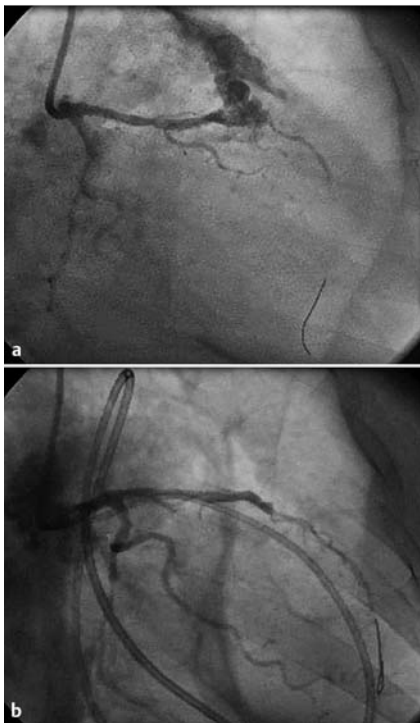


Abb. 4 Koronarperforation. a Typ-III-Perforation nach Ballondilatation. b Nach sofortigem Wiedereinbringen und Aufblasen des Ballons sistiert der Kontrastmittelaustritt.

Sofern der Blutaustritt nicht sistiert, muss ein gecoverter Stent vorbereitet und an der Perforationsstelle implantiert werden. Diese mit einer PTFE-Hülle (PTFE = Poly-Tetra-Fluor-Ethylen) ummantelten Stentgrafts weisen allerdings ein hohes Profil und eine erhöhte Rigidität auf, sodass sie in verkalkten und stark geschlängelten Gefäßen häufig nicht platzierbar sind. Die komplette Antagonisierung von Heparin mit Protamin ist wegen der Gefahr eines prothrombotischen Effekts nicht zu empfehlen.

Auch durch den Koronar Draht (meist einen Polymer-Draht) kann es zu einer Perforation kommen, die dann meist peripher in einem Seitenast lokalisiert ist. Eine solche Komplikation wird häufig erst Stunden nach dem Eingriff mit Entwicklung eines Perikardergusses bemerkt. In einigen Fällen fällt die drahtbedingte Perforation eines peripheren Astes bereits bei der Intervention durch einen entsprechenden Kontrastmittelaustritt auf. Eine solche weit peripher lokalisierte Perforation kann nicht mit einem gecoverten Stent behandelt werden, sondern nur durch eine selektive Embolisierung des Gefäßes. Hierzu wird ein Mikrokatheter in das betroffene Gefäß vorgebracht, über den dann Coils appliziert werden können.

Perikardtamponade

Charakteristika. Eine Perikardtamponade infolge einer Katheterintervention ist eine akut lebensbedrohliche Komplikation [9]. Mögliche Ursachen sind die Perforation bei einer Koronarintervention, aber auch kardiale Wandverletzungen im Rahmen von Kathetereingriffen bei strukturellen Herzerkrankungen.

Maßnahmen. Eine sofortige Notfallechokardiografie sichert die Verdachtsdiagnose (Abb. 5). Bei einer Perikardtamponade (Ergussmenge im Herzbeutel ≥ 200 ml sowie ergussbedingte Kompression einer oder mehrerer Herzhöhlen) ist die notfallmäßige Perikardpunktion indiziert. Sofern Ergussflüssigkeit vor dem rechten Ventri-

kel nachgewiesen werden kann, ist eine Perikardpunktion von subkostal aus möglich. Hierbei geht man nach Lokalanästhesie im kostosternalen Winkel links paraxiphoidal ein und führt die Punktionsnadel unter ständiger Aspiration flach unter dem Rippenbogen in Richtung linke Schulter vor. Sobald man hämorrhagischen Erguss aspiriert, legt man einen Draht unter fluorografischer Kontrolle ein und platziert anschließend die Gefäßschleuse (Abb. 6a). Bereits hierüber kann eine suffiziente Entlastung des Ergusses erreicht werden. Über den anschließend eingeführten Pigtail-Katheter sollte der Erguss dann möglichst komplett abgelassen werden. Der Pigtail verbleibt solange im Perikardraum, bis die Blutung sistiert (Abb. 6b). Bei kontinuierlicher Blutung wird das abgelassene Blut autotransfundiert. Sollte die Einblutung auch nach 24 h nicht sistieren und die Perikarddrainage unveränderte Mengen eines hämorrhagischen Ergusses fördern, muss eine herzchirurgische Operation zur Schließung der Leckage diskutiert werden.

„No-Reflex“-Phänomen

Charakteristika. Definitionsgemäß ist das „No-Reflex“-Phänomen durch eine akute Reduktion des koronaren Flusses nach PCI trotz weit offener epikardialer Anteile der Koronararterie charakterisiert. Die daraus resultierende inadäquate Perfusion des Myokards führt zu Zeichen einer myokardialen Ischämie (Veränderungen der ST-Strecken im EKG, Arrhythmien, pektanginöse Symptomatik, ggf. hämodynamische Kompromittierung). Um von „no-reflex“ zu sprechen, müssen ein Hindernis in den epikardialen Anteilen der Koronararterien (z. B. eine Dissektion, eine hochgradige Reststenose), eine Luftembolie oder ein starker Kollateralfluss ausgeschlossen werden.

Ein „No-Reflex“-Phänomen tritt bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom häufiger auf als bei Patienten mit elektiver PCI. Die Inzidenz ist noch höher bei Interventionen an venösen Bypass-Grafts, ins-

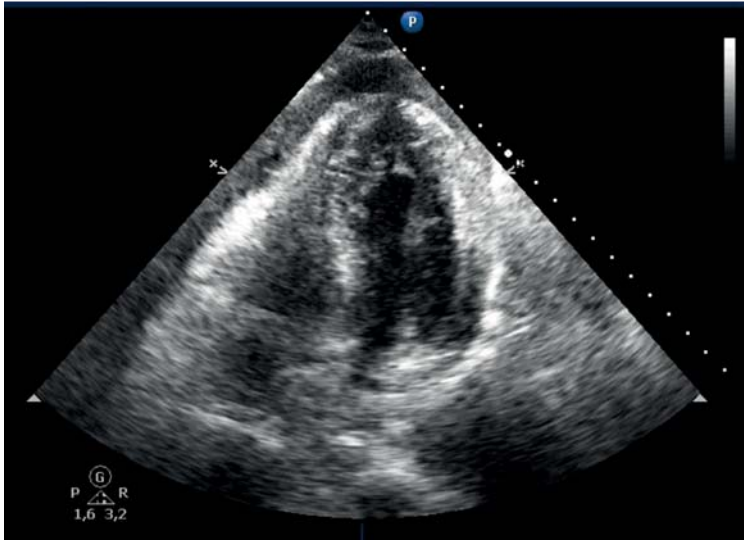


Abb. 5 Echokardiogramm bei einem Patienten mit Perikardtamponade infolge einer Drahtperforation des linken Ventrikels bei retrograder Sondierung einer Aortenklappenstenose.

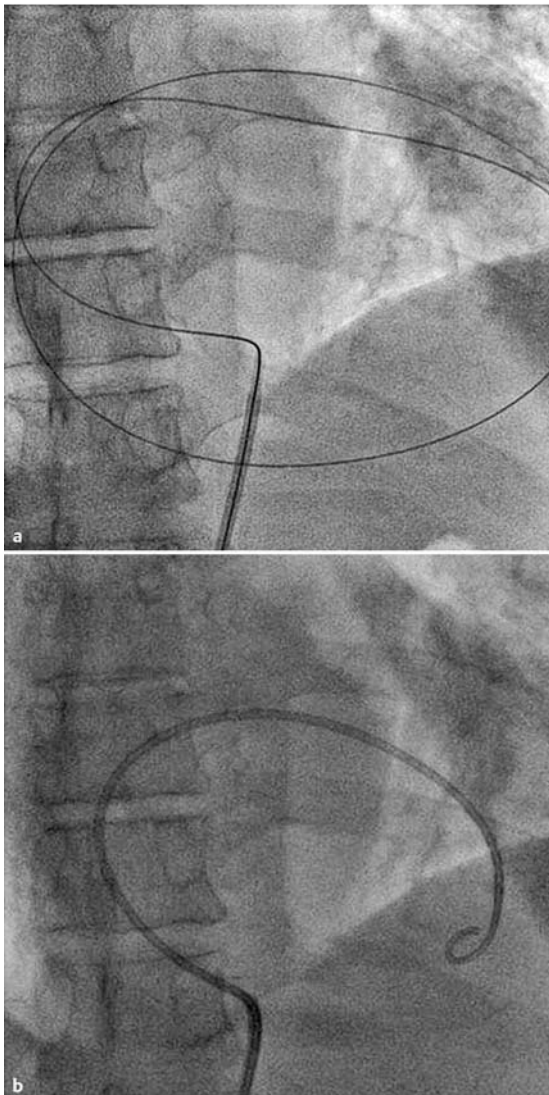


Abb. 6 Durchleuchtungskontrolle bei der Perikardpunktion. **a** Korrekte Drahtplatzierung im Perikardraum, **b** anschließende Platzierung des Pigtail-Katheters.

besondere nach länger zurückliegender Operation sowie diffusen und thrombotischen Läsionen. Auch bei Rotablation besteht ein erhöhtes Risiko des „No-Reflex“-Phänomens.

Maßnahmen. Zur medikamentösen Therapie des „No-Reflex“-Phänomens kommen folgende Substanzen in Betracht: Adenosin (Adrekar; 80–120 µg i. c., ggf. wiederholter Bolus) oder Verapamil (Isoptin; 100–200 µg i. c., ggf. wiederholter Bolus oder 100 µg/min bis maximal 1000 µg).

Prophylaxe. Eine Prävention des „No-Reflex“-Phänomens bei Interventionen an Nativgefäßen ist nicht möglich. In mehreren Studien zeigten GpIIb/IIIa-Antagonisten keinen protektiven Effekt im Hinblick auf das Auftreten von „No-Reflex“-Phänomenen [10]. Neuere Studien haben gezeigt, dass eine Thrombusaspiration mit entsprechenden Kathetern nicht imstande ist, die Inzidenz des „No-Reflex“-Phänomens bei der Akut-PCI zu senken [11].

Seltene Komplikationen

Katheterabriss

Die Problematik entsteht durch Torsionsbewegungen des Katheters, die aufgrund geschlängelter peripherer Gefäße nicht bis zur Katheterspitze übertragen werden, sodass der Katheter Schlaufen bildet. Sofern dieses Problem unerkannt bleibt und der Katheter weiter in einer Richtung gedreht wird, kann es sowohl beim transfemoralen als auch beim transradialen Vorgehen zu einer Schleifenbildung (Abb. 7) und in ganz seltenen Fällen sogar zum Katheterabriss (Abb. 8) kommen.



Abb. 7 Schlaufenbildung im Rahmen einer transradialen Katheteruntersuchung.

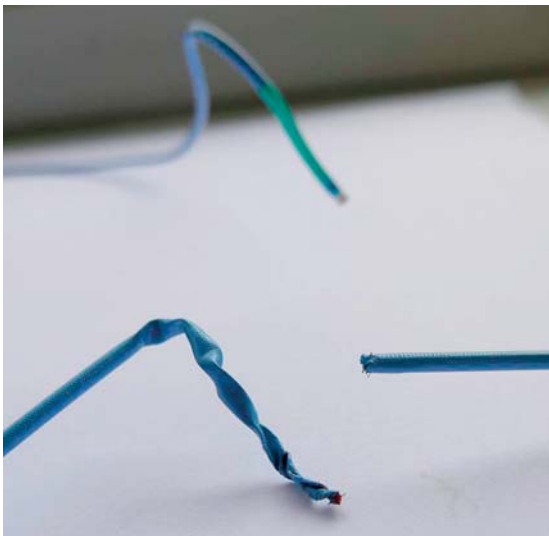


Abb. 8 Abgerissenes Katheterfragment nach chirurgischer Bergung aus der A. femoralis.

Stentverlust

Charakteristika. Bei signifikanter Koronarkalkifizierung, geschlängelten Gefäßen und suboptimaler Lage des Führungskatheters kann ein nicht platzierbarer Stent beim Rückzug in den Führungskatheter vom Ballon abgestreift werden. Ein abgestreifter und nicht expandierter Stent kann zu einem thrombotischen Verschluss des Koronargefäßes führen.

Maßnahmen. Einen im Koronarsystem abgestreiften Stent sollte man vorsichtig mit einem Retrieval-Katheter aus dem Koronargefäß entfernen oder einen Ballon

einbringen, um den Stent an Ort und Stelle zu entfalten.

Prophylaxe. Ein Stentverlust ist heute selten. Um ihn zu verhindern, sollte man bei kalzifizierten Stenosen übermäßige Vorschubkräfte vermeiden und den Stent bei Passageschwierigkeiten zurückziehen, um das Gefäß für die Stentpassage zunächst durch Balloninflation adäquat zu präparieren. Beim Rückzug eines nicht-expandierten Stents in den Führungskatheter ist auf eine streng koaxiale Lage zu achten.

Besondere Aspekte bei nicht koronaren Katheterprozeduren am Herzen

Strukturelle Herzerkrankungen. Bei der interventionellen Therapie struktureller Herzerkrankungen kann es zu Komplikationen kommen, die z. T. erst nach dem Eingriff manifest werden. Infolge der transeptalen Punktion, die beim Vorhofohr (LAA)-Verschluss, beim Mitralclipping, bei der Mitralklappenvalvuloplastie, aber auch bei der Pulmonalvenenisolation (PVI) integraler Bestandteil der Prozedur ist, kann eine Perikardtamponade entstehen (s. o.). Weitere eingriffsspezifische Risiken, z. B. Ösophagusläsionen bei der PVI, Luftembolien mit zerebraler Ischämie beim LAA-Verschluss, Clip-Ablösung beim Mitralclipping u. a. können durch entsprechende Vorsichtsmaßnahmen und Einsatz von Überwachungsverfahren (z. B. TEE, Ösophagusstimulation) minimiert werden. Eine post-interventionelle Überwachung auf einer Intensiv- oder einer Überwachungsstation bis zum Folgetag ist bei diesen Eingriffen empfehlenswert. Routinemäßig sollte 2–4 h postinterventionell eine echokardiografische Kontrolluntersuchung zum Ausschluss eines Perikardergusses durchgeführt werden.

Aortenklappenimplantation. Bei der kathetergestützten Aortenklappenimplantation gibt es eine Reihe eingriffsspezifischer Risiken: Anulus-Ruptur, Koronarverschluss, AV-Blockierung, zerebrale Ischämie, Gefäßperforation, Low-Output-Syndrom, Nachblutung an der Punktionsstelle u. a. Durch eine interdisziplinäre Heart-Team-Diskussion und eine sorgfältige Planung des Falles kann den meisten Komplikationen wirksam vorgebeugt werden. Des Weiteren gewährleistet die Durchführung des Eingriffs in einem speziell ausgestatteten Hybrid-OP, dass beim Auftreten potenziell lebensbedrohlicher Komplikationen alle interventionellen und chirurgischen Therapieoptionen zur Verfügung stehen.

Zukunftsperspektiven

Es gibt verschiedene Ansätze, um die Patientensicherheit bei Katheterprozeduren weiter zu verbessern und die Komplikationsrate zu senken. Ein standardisiertes, ggf. Checklisten-basiertes Vorgehen kann hierzu ebenso beitragen wie neue Planungs- und Bildgebungsverfahren. Von essenzieller Bedeutung ist eine strukturierte Ausbildung aller beteiligten Mitarbeiter. Eine zunehmende Rolle im Ausbildungsprozess dürfte das Training an Virtual-Reality-Simulatoren und Modellen einnehmen. In Analogie zur Pilotenausbildung in der Luftfahrt bietet das Simulationstraining auch in der Medizin die Möglichkeit, das Management selten auftretender Komplikationen systematisch zu trainieren. Auch die optimale Teamarbeit, die zur Beherrschung von Notfallsituationen von fundamentaler Bedeutung ist, kann in diesem Umfeld in idealer Weise trainiert werden.

Abstract

During each catheter intervention certain complications may occur. The individual risk of each patient is dependent on several factors (f.e. his clinical status, the urgency of the procedure, the technical skills of the interventionalist and his team). To prevent catheter-related complications a strategic planning and skillful performance of the procedure are mandatory. Additionally, an appropriate post-procedural monitoring is necessary to

ensure a event-free outcome of the patient. In this chapter the treatment strategies of the most important catheter-related complications are presented. Additionally, underlying causes and modes to prevent these events are discussed. In the future, better imaging technologies and improved training programs (incl. virtual reality simulation) may help to reduce the complication rate of catheter procedures.

Interessenkonflikt: Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Wolfram Voelker
Medizinische Klinik und Poliklinik I
Universitätsklinikum Würzburg
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg
E-Mail: voelker_w@ukw.de

Literatur

- 1 Deutsche Herzstiftung. (Hrsg.) Deutscher Herzbericht 2015. Frankfurt: Deutsche Herzstiftung; 2015; ISBN 978-3-9811926-6-7
- 2 Goss JE et al. Systemic anaphylactoid reactions to iodinated contrast media during cardiac catheterization procedures: guidelines for prevention, diagnosis, and treatment. Laboratory Performance Standards Committee of the Society for Cardiac Angiography and Interventions. Cathet Cardiovasc Diagn 1995; 34: 99 – 104
- 3 Doyle BJ, Ting HH, Bell MR et al. Major femoral bleeding complications after percutaneous coronary intervention: incidence, predictors, and impact on long-term survival among 17,901 patients treated at the Mayo Clinic from 1994 to 2005. JACC Cardiovasc Interv 2008; 1: 202 – 209
- 4 Frank JJ, Kamalakannan D, Kodenchery M et al. Retroperitoneal hematoma in patients undergoing cardiac catheterization. J Interv Cardiol 2010; 23: 569 – 574
- 5 Schwartz BG, Burstein S, Economides C et al. Review of vascular closure devices. J Invasive Cardiol 2010; 22: 599 – 607
- 6 Soar J et al. Erweiterte Reanimationsmaßnahme für Erwachsene („adult advanced life support“). Notfall- und Rettungsmedizin 2015; 8: 770 ff
- 7 Eshtehardi P, Adorjan P, Togni M et al. Iatrogenic left main coronary artery dissection: incidence, classification, management, and long-term follow-up. Am Heart J 2010; 159: 1147 – 1153
- 8 Ellis SG, Ajluni S, Arnold AZ et al. Increased coronary perforation in the new device era. Incidence, classification, management, and outcome. Circulation 1994; 90: 2725 – 2730
- 9 Holmes DR, Nishimura R, Fountain R et al. Iatrogenic pericardial effusion and tamponade in the percutaneous intracardiac interventions era. J Am Coll Cardiol 2009; 2: 705 – 717
- 10 Berg R, Buhari C. Treating and Preventing No Reflow in the Cardiac Catheterization Laboratory. Curr Cardiol Rev 2012; 8: 209 – 214
- 11 Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S et al. Outcomes after thrombus aspiration for ST elevation myocardial infarction: 1-year follow-up of the prospective randomised TOTAL trial. Lancet 2016; 387: 127 – 135