

Sondenextraktionen – eine anspruchsvolle Aufgabe

Christoph T. Starck^a, Sacha Salzberg^a, Jürg Grünenfelder^a, Theodorus Kofidis^a, Johannes Holzmeister^b, Volkmart Falk^a

^a Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Universitätsspital Zürich, Switzerland

^b Klinik für Kardiologie, Universitätsspital Zürich, Switzerland

Summary

Lead extraction, a demanding task

Every year approximately 10 000–15 000 pacemaker- and ICD-leads are extracted worldwide with numbers continuing to rise. The increasing need for lead extractions may be explained by the evolution of pacemaker- and ICD-implants during the last decade as well as by the widened spectrum of extraction devices and techniques. Last but not least, in 2009 the indications for transvenous lead extractions were broadened by the Heart Rhythm Society.

Lead extraction are not simple operations at all, but instead can be very challenging with a recognisable risk profile. When carried out by specialised centres lead extractions may be performed with high success rates (>95%), and low complication rates (<2%) and mortality (<0.5%).

Key words: lead extraction; pacemaker systems; ICD systems

Einleitung

Mit einem exponentiellen Anstieg der Implantation von Schrittmacher- und ICD-Systemen im letzten Jahrzehnt und aktuell mehr als 4,5 Millionen aktiven Devices hat die Anzahl der Sondenextraktionen von Schrittmacher- und ICD-Systemen stark zugenommen [1]. Jährlich werden schätzungsweise 10 000–15 000 Schrittmacher- und ICD-Sonden extrahiert [2]. Es ist damit zu rechnen, dass die Zahl in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird, sowohl aufgrund der in der Vergangenheit angestiegenen Implantationszahlen als auch aufgrund des erweiterten Spektrums an Extraktionsinstrumenten und -techniken. Ausserdem wurden mit der Veröffentlichung des «Expert consensus on transvenous lead extractions» der Heart Rhythm Society vom Jahr 2009 die Indikationen zur Sondenextraktion deutlich erweitert [3].

Funding / potential competing interests:

No financial support and no other potential conflict of interest relevant to this article was reported.

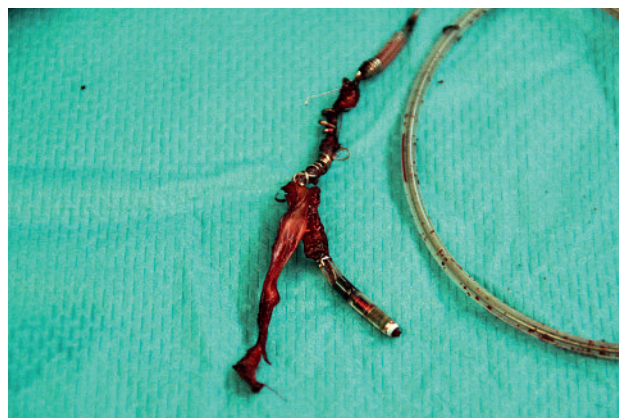
Pathophysiologie

Thrombenbildung an Teilen einer Sonde stellt die initiale Reaktion des Organismus auf eine Sonden-

implantation dar. Innerhalb von 4–5 Tagen nach der Implantation kommt es zu einer fast kompletten Umhüllung der Sonde mit einer Fibrinscheide. Im weiteren Verlauf kommt es dann zur Ausbildung von fibro-



A



B

Abbildung 1

Jede implantierte Sonde wird im Laufe der Zeit mehr oder weniger von einer fibrösen Hülle umgeben.

Korrespondenz:
Christoph Starck, MD
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie
Universitätsspital Zürich
Rämistr. 100
CH-8091 Zürich
Switzerland
christophthomas.starck@usz.ch

Tabelle 1

Indikationen für transvenöse Sondenextraktionen entsprechend dem «Expert consensus on transvenous lead extraction» der Heart Rhythm Society (2009). (CIED = cardiovascular implantable electronic device) (Klassifikation der Indikationen (I, IIa, IIb, III) entsprechend dem American College of Cardiology/American Heart Association Format:

Klasse I: Der Eingriff ist empfohlen. Benefit >>> Risiko.

Klasse IIa: Es ist sinnvoll den Eingriff durchzuführen. Benefit >> Risiko.

Klasse IIb: Der Eingriff kann erwogen werden. Benefit ≥ Risiko.

Klasse III: Der Eingriff ist nicht empfohlen. Risiko ≥ Benefit)

	Infektion	Chronischer Schmerz	Thrombose oder venöse Stenose	Funktionsfähige Sonden	Funktionslose Sonden
Klasse I	<p>Komplette Aggregat- & Sondenentfernung bei: Systeminfektion gesichert durch Klappenendokarditis, Sondenendokarditis oder Sepsis</p> <p>Aggregattascheninfektion gesichert durch Taschenabszess, Hauterosion, Hautadhärenz oder chronisch sezernierende Fistel</p> <p>Herzklappenendokarditis</p> <p>okkult gram-positiver Bakteriämie</p>		<p>Sondenentfernung bei: Klinisch relevanten thromboembolischen Ereignissen in Zusammenhang mit Thromben auf einer Sonde oder einem Sondenfragment</p> <p>Bilateraler Vena subclavia oder Vena cava superior-Verschluss vor der Implantation einer notwendigen transvenösen Sonde</p> <p>zur Vermeidung der Einklemmung einer Sonde bei geplanter Stentimplantation in eine Vene, welche bereits eine Sonde enthält.</p> <p>Vena cava superior-Stenose oder -Verschluss mit limitierender Symptomatik</p> <p>Bei ipsilateralem venösem Verschluss, welcher einen venösen Zugang verhindert im Rahmen der geplanten Implantation einer zusätzlichen Sonde und vorliegender Kontraindikation für die Benutzung der kontralateralen Seite (z.B. kontralaterale AV-Fistel, Dialysehunt, Port, Mastektomie)</p>	<p>Sondenentfernung bei: Lebensbedrohlichen Arrhythmien verursacht durch eine belassene Sonde</p> <p>Sonden, welche bei Belassung in situ durch ihr Design oder ihr Versagen eine unmittelbare Gefahr für den Patienten darstellen</p> <p>Sonden, welche die Funktion eines implantierten Systems stören</p> <p>Sonden, welche die Behandlung einer malignen Erkrankung behindern (Bestrahlung, rekonstruktive Chirurgie)</p>	<p>Sondenentfernung bei: Lebensbedrohlichen Arrhythmien verursacht durch eine belassene Sonde oder Sondenfragmente</p> <p>Sonden, welche bei Belassung in situ durch ihr Design oder ihr Versagen eine unmittelbare Gefahr für den Patienten darstellen</p> <p>Sonden, welche die Funktion eines implantierten Systems stören.</p> <p>Sonden, welche die Behandlung einer malignen Erkrankung behindern (Bestrahlung, rekonstruktive Chirurgie)</p>
Klasse IIa	<p>Komplette Aggregat- & Sondenentfernung bei: Persistierender okkult gram-negativer Bakteriämie</p>	<p>Aggregat- und/oder Sondenentfernung bei: schwerem chronischen Schmerz an der Aggregat- oder Sondenimplantationsstelle, welche nicht mit medikamentösen oder anderen chirurgischen Massnahmen gebessert werden können, ohne akzeptable Alternative</p>	<p>Sondenentfernung bei: ipsilateralem venösem Verschluss, welcher einen venösen Zugang verhindert im Rahmen der geplanten Implantation einer zusätzlichen Sonde bei gleichzeitig fehlender Kontraindikation für die Benutzung der kontralateralen Seite</p>	<p>Sondenentfernung bei: funktionslosen Sonden, welche bei Belassung in situ durch ihr Design oder ihr Versagen eine Gefahr für den Patienten darstellen, welche nicht unmittelbar oder drohend ist.</p> <p>Wenn eine CIED Implantation zu mehr als 4 Sonden auf einer Seite oder mehr als 5 Sonden durch die Vena cava superior führt.</p> <p>Patienten, welche eine bestimmte bildgebende Diagnostik (z.B. MRI) benötigen, diese aufgrund des Vorhandenseins des CIED nicht durchgeführt werden kann und es kein alternatives bildgebendes Verfahren zur Diagnosefindung gibt.</p>	

	Infektion	Chronischer Schmerz	Thrombose oder venöse Stenose	Funktionsfähige Sonden	Funktionslose Sonden
Klasse IIb				<p>Sondenentfernung bei: stillgelegten Sonden, welche ein Risiko zur Interferenz mit der Funktion eines aktiven Systems darstellen</p> <p>funktionsfähigen Sonden, welche bei Belassung in situ durch ihr Design oder ihr Versagen eine zukünftige Gefahr für den Patienten darstellen</p> <p>funktionsfähigen Sonden ohne Nutzung (z.B. rechtsventrikuläre Stimulationselektroden nach Upgrade auf einen ICD)</p> <p>Patienten, welche bestimmte bildgebende Diagnostik (z.B. MRI) benötigen, diese aufgrund des Vorhandenseins des CIED nicht durchgeführt werden kann und es kein alternatives bildgebendes Verfahren zur Diagnosefindung gibt.</p> <p>Patienten, um die Implantation eines MRI-tauglichen Systems zu ermöglichen.</p>	<p>Sondenentfernung bei: funktionslosen Sonden im Rahmen einer indizierten CIED Implantation, solange es keine Kontraindikationen gibt.</p> <p>Patienten, um die Implantation eines MRI-tauglichen Systems zu ermöglichen.</p>
Klasse III	<p>Systementfernung ist nicht indiziert:</p> <p>Bei superfizieller oder Inzisionsinfektion ohne Einbeziehung des Aggregats oder der Sonden</p> <p>Zur Behandlung einer chronischen Bakteriämie aufgrund einer anderen Ursache als das CIED, wenn eine suppressive Langzeit-Antibiotika-Therapie notwendig ist.</p>			<p>Sondenextraktion ist nicht indiziert bei: funktionsfähigen, aber nicht gebrauchten Sonden, wenn die Lebenserwartung des Patienten weniger als ein Jahr ist.</p> <p>Patienten mit bekannter anormaler Platzierung der Sonde durch andere Strukturen als die normalen venösen und kardialen Strukturen (z.B. A. subclavia, Aorta, Pleura, Atriale oder ventrikuläre Wand oder Mediastinum) oder durch einen systemischen Vorhof oder Ventrikel. Zusätzliche Techniken inklusive chirurgischem Backup können verwendet werden, wenn das klinische Szenario zwingend ist.</p>	<p>Sondenextraktion ist nicht indiziert bei: funktionslosen Sonden, wenn die Lebenserwartung des Patienten weniger als ein Jahr ist.</p> <p>Patienten mit bekannter anormaler Platzierung der Sonde durch andere Strukturen als die normalen venösen und kardialen Strukturen (z.B. A. subclavia, Aorta, Pleura, Atriale oder ventrikuläre Wand oder Mediastinum) oder durch einen systemischen Vorhof oder Ventrikel. Zusätzliche Techniken inklusive chirurgischem Backup können verwendet werden, wenn das klinische Szenario zwingend ist.</p>

tischem Gewebe um die Sonde herum (Abb. 1). Im Extremfall kann es zur Einlagerung von Kalk in die fibröse Matrix kommen, vor allem bei jungen Patienten und sehr alten Sonden [1, 4, 5]. Die fibröse Enkapsulation kann auf die gesamte Länge auftreten, besonders häufig finden sich diese Verwachsungen jedoch am Gefäßeintritt, am Übergang in die Vena cava superior, im Bereich von den Coils von ICD-Sonden und an den Sondenspitzen [5, 7].

Einen Prädiktor, wie sehr eine Sonde bei einem individuellen Patienten eingewachsen ist, gibt es nicht.

Man kann lediglich sagen: Je länger eine Sonde in situ verbleibt, desto mehr muss man mit Verwachsungen bei der Extraktion rechnen. Byrd et. al. haben gezeigt, dass sich die Wahrscheinlichkeit einer erfolglosen oder einer partiellen Extraktion alle 3 Jahre verdoppelt [6].

Diese individuellen Verwachsungen der Sonden bestimmen das operative Risiko einer Extraktion. Sondenextraktionen sind keine Bagatelleingriffe mit einem niedrigen Risiko, sondern können bei fehlender Erfahrung und Expertise leicht in eine Katastrophe münden. In jedem Fall muss eine Extraktion in einem

Zentrum durchgeführt werden, das die Möglichkeit zur Thorakotomie und zum Einsatz der extrakorporalen Zirkulation besitzt. Sollte während einer Sondenextraktion eine Notfall-Thorakotomie notwendig werden, beträgt die Survival-Chance lediglich 56% [2].

Welche Sonden müssen extrahiert werden?

Im «Expert consensus on transvenous lead extraction» der Heart Rhythm Society sind die einzelnen Indikationen zur transvenösen Sondenextraktion detailliert festgelegt mit einer Einteilung der Indikationen in Klasse I, IIa, IIb und III [3] (Tab. 1).

Dieser Experten-Konsensus unterteilt die Indikationen in fünf Bereiche: Infektionen, chronischer Schmerz, venöse Thrombose und Stenose, funktionsfähige Sonden und funktionslose Sonden.

Seit jeher ist es klar, dass infizierte Schrittmacher- oder ICD-Systeme mit letzter Konsequenz komplett entfernt werden müssen, um die Möglichkeit für eine Infektausheilung zu schaffen. Bei der Sondenendokarditis ist der einzige prognostische Faktor für ein Therapieversagen oder den Tod das Fehlen einer chirurgischen Entfernung von allem infizierten Fremdmaterial [8]. Das Prinzip der kompletten Systementfernung gilt ebenfalls bei einer Aggregattaschen-Infektion.

Es sollte jedoch auch erwähnt sein, dass oberflächliche Infektionen ohne Device- oder Sondenbeteiligung keine Indikation zur Systementfernung darstellen.

Bei der okkulten Bakteriämie wird zwischen der gram-positiven (Klasse-I-Indikation) und der gram-negativen (Klasse-IIa-Indikation) unterschieden.

Bei Patienten mit schweren chronischen Schmerzen im Bereich des Devices und/oder der Sonden ist eine System- oder Sondenentfernung vertretbar, wenn medikamentös oder chirurgisch keine alternativen Behandlungsmöglichkeiten bestehen (Klasse-IIa-Indikation).

Im Indikationsbereich «Thrombose oder venöse Stenose» steht die Schaffung eines venösen Zugangs im Rahmen einer geplanten transvenösen Implantation bei Patienten mit venösen Verschlüssen (V. subclavia, V. cava superior) im Mittelpunkt (Klasse-I- und -IIa-Indikationen). Ebenso sind symptomatische Verschlüsse der Vena cava superior und thrombembolische Ereignisse verursacht durch Thromben an Sonden Klasse-I-Indikationen zur Sondenentfernung.

Bezüglich der Indikationsbereiche funktionsfähige und funktionslose Sonden ist zu sagen, dass die Klasse-I-Indikationen analog zueinander sind. Diese Klasse-I-Indikationen beziehen sich vor allem auf Situationen, in denen durch die implantierten Sonden bedrohliche Situationen für die Gesundheit eines Patienten resultieren. Des Weiteren sind Klasse-I-Indikationen in diesen Bereichen Situationen, in welchen implantierte Sonden mit der Funktion eines implantierten Systems interferieren oder die Therapie einer malignen Er-

krankung durch implantierte Sonden behindert wird.

In den Indikationsbereichen funktionsfähige und funktionslose Sonden gibt es noch verschiedene Klasse-IIa- und -IIb-Indikationen, die der Tabelle 1 zu entnehmen sind.

Besonders hervorzuheben ist in diesen Bereichen noch, dass eine Entfernung bei funktionsfähigen, aber nicht gebrauchten und bei funktionslosen Sonden nicht indiziert ist, wenn die Lebenserwartung eines Patienten weniger als ein Jahr beträgt.

Welche Verfahren bzw. Tools kommen zur Anwendung?

Grundsätzlich werden Sondenextraktionen in Bereitschaft der Herz-Lungen-Maschine durchgeführt. Aufgrund der bereits erwähnten Verwachsungen der Sonden kann es bei einer Extraktion trotz aller Vorsichtsmassnahmen zu Verletzungen am Herzen oder an grossen Gefässen kommen. Auf dieses Worst-Case-Szenario sollte man vorbereitet sein, d.h. es sollten alle Vorbereitungen getroffen sein, um im Notfall ohne jede weitere Verzögerung thorakotomieren zu können und den Patienten an die extrakorporale Zirkulation anschliessen zu können. Unter Beachtung dieses Grundsatzes ist in vielen Fällen, insbesondere wenn man ausgedehnte Verwachsungen vermutet, eine elektive Intubationsnarkose von Vorteil. Es soll jedoch erwähnt sein, dass es Fälle gibt, in welchen ein Vorgehen in Lokalanästhesie mit anästhesiologischem Stand-by vertretbar ist.

Die weiteren anästhesiologischen Vorbereitungen und Massnahmen entsprechen denen für einen chirurgischen Eingriff mit Einsatz der Herz-Lungen-Maschine.

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Approaches: ein perkutanes, transvenöses und ein offenes chirurgisches Vorgehen (Abb. 2). Das offene Verfahren bedeutet von vornherein Thorakotomie und Einsatz

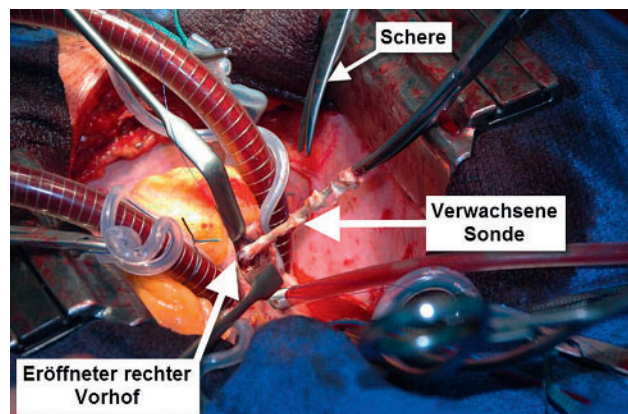


Abbildung 2
Offene chirurgische Sondenextraktion mit Hilfe der Herz-Lungen-Maschine.

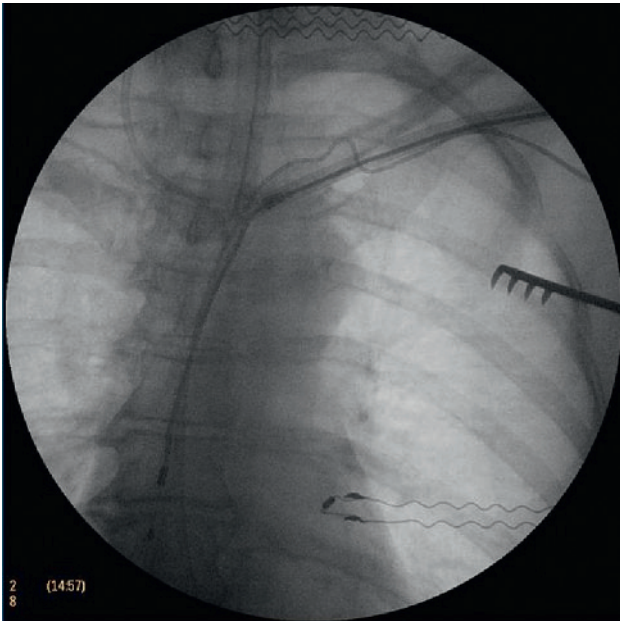


Abbildung 3
Transvenöse Sondenextraktion mit einem Lead Lock Device und einem mechanischen Extraktions-sheath.

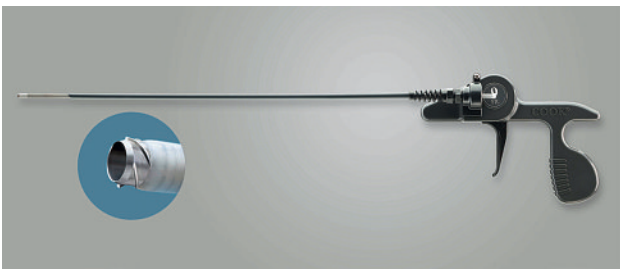


Abbildung 4
Mechanisches Extraktions-sheath.



Abbildung 5
Laser-Extraktions-sheath.

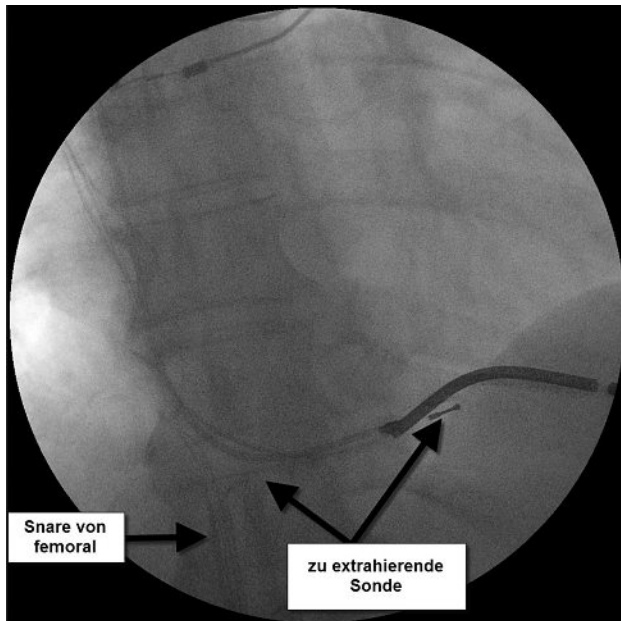
der extrakorporalen Zirkulation. Dieses Verfahren rückt in der Zeit moderner, transvenöser Extraktionsmethoden und -instrumente zunehmend als primärer Approach in den Hintergrund.

Bei dem perkutanen, transvenösen Verfahren gibt es verschiedene Extraktionsinstrumente, die zum Einsatz kommen können:

- Locking stylets, Lead locking devices
- Extraktions-sheaths
- mechanische Extraktions-sheaths (Abb. 3, 4)
- Laser-Extraktions-sheaths (Abb. 5)
- elektrochirurgische Dissektions-sheaths
- Snares zur transfemorale oder transjuguläre Extraktion (Abb. 6)

Das Grundprinzip der transvenösen Sondenextraktion ist der Zug («Traction») an der Sonde. Wird nur an der Sonde ohne weitere Hilfsmittel gezogen, so ist der limitierende Faktor für eine Sondenruptur nur die Festigkeit der Isolation. Kommt es zu einer Zerreißen der Isolationsschicht, kann das restliche Innenleben der Sonde den Zugkräften sicher nicht standhalten, und die Ruptur der Sonde ist vorprogrammiert [5]. Um dies zu vermeiden, sollte bei jeder Sonde, die stark eingewachsen ist, ein Lead-Lock-Device oder ein Locking-Stylet eingebracht werden, damit die Zugkräfte auf die Sondenspitze oder die gesamte Sonde verteilt werden, wobei die Devices selber der Zugkraft standhalten. Sollte mit diesen Hilfsmitteln der Zug allein eine vollständige Entfernung der Sonde ohne Verletzung von Binnenstrukturen nicht ermöglichen, muss das Prinzip des Zugs und Gegenzugs («Traction and Countertraction») zum Einsatz kommen, das bedeutet Zug an der Sonde über ein Locking-Stylet bzw. Lead-Lock-Device und zusätzliche externe Freipräparation mit einem Sheath (= Gegenzug).

Bei der transvenösen Extraktion von Schrittmacher- und ICD-Sonden kommt ein stufenweises Vorgehen zum Einsatz. Bei Schrittmachersonden und ICD-Sonden, bei welchen keine schwerwiegenden Verwachsungen vermutet werden, kann zunächst versucht werden, nach Einbringen eines Mandrins und gegebenenfalls Zurückdrehen der Fixationsschraube die Sonde mittels einfachem Zug zu entfernen. Sollte dies nicht einfach möglich sein, sollte ein Locking Stylet bzw. Lead-Lock-Device zur Zug-Applikation verwendet werden. Kann eine vollständige Extraktion mit Zug allein nicht erreicht werden oder besteht mit dieser Technik allein die Gefahr einer Verletzung der grossen Gefässe, der Trikuspidalklappe, des rechten Vorhofs oder des rechten Ventrikels, so müssen Extraktions-sheaths zum Einsatz kommen. Sollte auch mit diesem Vorgehen eine Extraktion nicht erreicht werden können, kommt im nächsten Schritt entweder ein mechanisches Extraktions-sheath, ein Laser-Sheath oder ein elektrochirurgisches Dissektions-sheath zum Einsatz. Je nach Situation kann es jedoch notwendig sein, die Sondenentfernung mittels Snare von transfemorale



A



B

Abbildung 6

Transvenöse Sondenextraktion mit Hilfe eines transfemorale Snare-Retrieval-Systems.

oder transjugulär fortzusetzen. Eine solche Extraktion über einen alternativen Gefäßzugang mittels Snare kann jedoch auch primär notwendig werden, zum Beispiel bei einer kompletten intravasalen Lage einer Sonde nach Ruptur.

Auch kann ein sequentielles Verfahren notwendig werden, wenn es im Rahmen einer transvenösen Extraktion zu einer Ruptur einer Sonde kommt und ein Teil derselben intravaskulär verbleibt. Sollte dann der intravaskuläre Anteil nicht mittels Snare geborgen werden können, sollte das in situ verbliebene Sondenfragment, insbesondere bei einer Extraktion aufgrund einer Systeminfektion, mittels Thorakotomie und mit Hilfe der extrakorporalen Zirkulation geborgen werden.

Besonders kritische Lokalisationen bei der transvenösen Extraktionsprozedur mit potentiell schwerwiegenden fibrösen Verwachsungen sind der Gefäßeintritt, der Übergang von der V. anonyma oder der rechten V. subclavia zur Vena cava superior, die Schockwendeln von ICD-Sonden, die Trikuspidalklappe und die Elektrodenspitze insbesondere bei Ankersonden.

Ergebnisse

Bevor man über die Ergebnisse solcher Eingriffe sprechen kann, muss man sich die Terminologie klar vor Augen führen. Es gibt grundsätzlich radiologische und klinische Erfolgsbegriffe. Radiologisch spricht man von einer «kompletten Entfernung», wenn alle Anteile einer Sonde radiologisch nachweisbar restlos entfernt sind. Hingegen ist eine «partielle Entfernung» ein Eingriff, bei dem ein Fragment, das kleiner als 2 cm ist (in der Regel die Sondenspitze) in situ verbleibt. Alle anderen Ergebnisse sind als «frustrane Extraktion» zu bezeichnen [5].

Diesen Begriffen steht der Begriff des «klinischen Erfolges» gegenüber. Hierbei spricht man von einem erfolgreichen Eingriff, wenn das klinische Ziel erreicht wurde. So kann es vorkommen, dass die Prozedur zwar ein klinischer Erfolg war, obwohl keine komplette Entfernung erreicht wurde [5]. Bei Extraktionen von infizierten Systemen muss man den Begriff des klinischen Erfolges dem des radiologischen Erfolges gleichsetzen. Dahingegen kann bei einem Eingriff aufgrund einer chronisch schmerzenden Sonde auch eine radiologisch partielle Entfernung ein klinischer Erfolg sein.

Ist eine Sonde weniger als 12 Monate bei Ihrer Entfernung implantiert, spricht man bei dem Eingriff von einer «Explantation», ist sie hingegen länger als ein Jahr implantiert, wird es als «Extraktion» bezeichnet [5].

Wie hoch ist die Erfolgsrate?

In Zentren mit grosser Erfahrung in der Sondenextraktion und entsprechenden Fallzahlen liegen die Erfolgsraten für eine komplette Entfernung heutzutage zwischen 95% und 100%. Schaut man sich die Literatur der letzten 20 Jahre an, so liegen die angegebenen Erfolgsraten bei 85% bis 100%. Wirft man einen Blick nur auf die letzten beiden Jahre, so werden in 95% bis 100% der Fälle erfolgreiche Sondenextraktionen berichtet [1, 10–14].

Wie hoch ist das Risiko?

Das Risiko für eine schwerwiegende Komplikation ist heute in einem Zentrum mit der Möglichkeit zur Sternotomie und dem Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine, einem erfahrenen Team und Operateur niedrig. Die operative Mortalität wird in der Literatur mit 0–5% angegeben. Ein Mittelwert aus mehreren Studien erbringt eine Mortalität von 0,4%. Der prozentuale Anteil an schwerwiegenden Komplikationen wird in der Literatur mit 0,3–7%, im Mittel mit 1,8% angegeben [1, 9, 10–14].

Unabhängige Prädiktoren für Komplikationen bei einer Extraktion sind nach Agarwal et. al. eine grössere Anzahl zu extrahierender Sonden, ICD-Sonden und präoperativ erhöhte Leukozytenzahlen [9].

Was sind die Gefahren bei einer Sondenextraktion?

Trotz aller Vorsichtsmassnahmen besteht bei jeder Extraktionsprozedur das Risiko für eine Verletzung des rechten Ventrikels, des rechten Vorhofes, der Vena cava superior, der Vena anonyma oder der Vena subclavia. Das Risiko hierfür liegt bei 0,35–3,7% [14, 15]. Sollte eine solche Verletzung auftreten führt in der Regel kein Weg an der Thorakotomie vorbei. Lediglich eine Verletzung der V. subclavia kann in bestimmten Fällen ohne Brustkorberöffnung chirurgisch beherrscht werden.

Des weiteren kann es selten zu einer Ruptur der zu extrahierenden Sonde kommen, so dass diese in den meisten Fällen danach komplett intravaskulär zu liegen kommt. Tritt diese Komplikation ein, kann versucht werden, den intravaskulären Sondenrest mittels eines Snare-Retrieval-Systems von transfemorale oder transjugulär zu greifen und herauszuziehen. Kann der in situ verbliebene Rest nicht gefasst werden, bleibt zur Bergung des Restes nur eine Thorakotomie. Diese kann jedoch in einem solchen Fall unter elektiven Bedingungen durchgeführt und muss nicht als notfallmässiger Eingriff durchgeführt werden.

Kommt es zu einer Sondenruptur während des Eingriffs, kann es zu Embolisationen eines Fragmentes der Sonde kommen, wenn dieses mobil und nicht

adhärent an fibrotische Verwachsungen ist. In den meisten Fällen kommt es zu einer Embolisation in die Pulmonalisstrombahn. Diese Komplikation ist jedoch gesamthaft gesehen eine sehr seltene Komplikation und wird in der Literatur mit einer Häufigkeit von 0,1–0,2% beschrieben [16]. Ist eine Fragmentembolisation aufgetreten, gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Lösungsansätze, zum einen die «Abandonment-Strategie». Diese ist vertretbar, wenn es sich um Embolisationen von nicht-infizierten Sondenfragmenten in die Pulmonalisstrombahn handelt. Sollte das Fragment jedoch von einem infizierten Schrittmacher- oder ICD-System stammen, muss man eine «Retrieval-Strategie» verfolgen und versuchen das Fragment in letzter Konsequenz zu bergen.

Signifikante Trikuspidalklappeninsuffizienzen treten nach Extraktionen in 0,6–3,5% der Fälle auf [17, 18]. In einer Studie zur Effektivität von Laser-Extraktionen bei Kindern und jungen Erwachsenen haben Moak et al. unter anderem untersucht, wie sehr sich vorbestehende Trikuspidalklappeninsuffizienzen durch eine Extraktionsprozedur verändern. Es konnte gezeigt werden, dass es grösstenteils zu keiner Veränderung kommt [19]. Prädiktoren für das Entstehen einer Trikuspidalklappeninsuffizienz nach Sondenentfernungen sind laut Glover et. al. ICD-Sonden und das weibliche Geschlecht [18].

Die Lungenembolie als mögliche Komplikation bei einer Sondenextraktion ist vor allem bei der Extraktion von infizierten Schrittmacher- oder ICD-Systemen mit Vegetationen an den Sonden ein wichtiges Thema. Hierbei muss bei einem transvenösen Vorgehen vor allem die Grösse der Vegetationen beachtet werden, denn die Lungenembolie muss bei diesem Approach erwartet werden. Die Grösse der Vegetation entscheidet also darüber, ob diese Lungenembolie dann eine klinische Relevanz hat oder ob sie klinisch inapparent verläuft. Man sagt, dass Vegetationen mit einer Fläche von mehr als 100 mm² nicht mehr transvenös, sondern offen über eine Thorakotomie entfernt werden sollten. Dem gegenüber steht jedoch das höhere Risiko des offenen Vorgehens, weswegen es Fallberichte über erfolgreiche transvenöse Extraktionen von Sonden mit grösseren Vegetationen ohne klinisch relevante Lungenembolie gibt [20].

Auch kann es bei der Extraktion von nicht-infizierten Sonden zu Lungenembolien kommen; hier muss man annehmen, dass die meisten Verläufe klinisch inapparent sind, weswegen die Angabe von genauen Zahlen schwierig sein dürfte. Marijon et al. geben eine Inzidenz von klinisch relevanten Lungenembolien von 1,9% an, wobei 0,3% mit tödlichem Verlauf waren [17].

Perikardergüsse kommen relativ häufig nach transvenösen Extraktionsprozeduren vor. Glover et al. beschreiben Perikardergüsse in ca. 15% der Fälle, wobei die meisten davon ohne hämodynamische Relevanz waren, nur 0,6% waren kreislaufkompromittierend

und mussten entlastet werden. In knapp 12% wurden die Ergüsse als leichtgradig (1–10 mm), in knapp 2% als mittelgradig (10–20 mm) beschrieben [18].

Minimalanforderungen an Operateure

Die Heart Rhythm Society hat für extrahierende Ärzte Minimalanforderungen definiert, welche erfüllt sein sollen, um dem Patienten eine sicheres Vorgehen anbieten zu können [3, 21]. Diese Minimalanforderungen finden sich ebenfalls in den schweizerischen «Richtlinien 2011 zur Herzschrittmacher- und Defibrillatortherapie und perkutanen Katheterablation» [22].

Um Extraktionen selbstständig durchzuführen zu dürfen, sollen ein Minimum an 40 Sonden unter Anleitung eines Supervisors als Erstoperateur extrahiert werden. Hierbei sollen verschiedene Zugangswege sowie verschiedene Extraktionstechniken und die Verwendung unterschiedlicher Instrumente trainiert werden.

Hat man diese Grundvoraussetzungen erfüllt, so sollen laut schweizerischen Richtlinien pro Jahr ein Minimum von 15 Sondenextraktionen durchgeführt werden, um die Routine und Fähigkeiten hierfür zu aufrechtzuerhalten [22]. Die Heart Rhythm Society fordert ein jährliches Minimum von 20 Extraktionen.

Supervisoren müssen mindestens 75 Sonden selbstständig extrahiert haben, mit ähnlichen Ergebnissen wie in der gängigen Literatur angegeben [3, 21].

Sonde extrahieren oder stilllegen?

Das am meisten übersehene Risiko einer stillgelegten Sonde ist die potentielle Notwendigkeit einer späteren Extraktion [1]. Nun kommen bei diesem Gedanken mehrere Aspekte zur Berücksichtigung. Zunächst kommt über die gesamte Implantationsdauer von Schrittmachersystemen das kumulative Infektionsrisiko, das sich natürlich mit jedem Aggregatwechsel erhöht, zum Tragen. Silveti et al. untersuchten das Outcome bei jungen Patienten mit stillgelegten, funktionslosen endokardialen Sonden. Hierbei zeigte sich für Patienten mit stillgelegten Sonden ein Infektionsrisiko von 11% [23]. Böhm et al. untersuchten die Komplikationsrate stillgelegter, nicht infizierter Schrittmachersonden und konnten bei 20% der Patienten Komplikationen im Verlauf dokumentieren, wobei 12% der Patienten deswegen eine chirurgische Revision benötigten [24]. Des weiteren verdoppelt sich pro drei Jahre Implantationsdauer die Wahrscheinlichkeit einer erfolglosen oder partiellen Extraktion laut Byrd et al. [6]. Diese Aspekte zusammengenommen führen vor allem bei jungen Patienten dazu, dass eine Stilllegung einer Sonde nicht sinnvoll erscheint und diese Massnahme zu einer palliativen macht, die letztendlich in eine Situation münden kann, in der eine Sondenextraktion un-

vermeidbar ist. Diese steht dann unter ungünstigeren Ausgangsbedingungen ist und ist mit einem höheren Risiko verbunden.

Es muss jedoch auch erwähnt werden, dass die Extraktion einer solchen Sonde anstelle deren Stilllegung eine Klasse-IIb-Indikation nach dem zuvor beschriebenen Expertenkonsensus darstellt. In solchen Situationen ist eine individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung unter Berücksichtigung sowohl der Risiken einer Extraktion als auch der Risiken einer Stilllegung und nicht zuletzt der Erfahrung des Operateurs angezeigt.

Zusammenfassung

Extraktionen von Schrittmacher- und ICD-Sonden gehören in die Hände von Spezialisten mit entsprechender Erfahrung. Sondenextraktionen sollten nur in einer Operationssaalumgebung durchgeführt werden, eine notfallmässige Thorakotomie muss zu jedem Zeitpunkt möglich sein. Die Möglichkeit zur extrakorporalen Zirkulation muss vorhanden sein. Ebenso ist eine sorgfältige Vorbereitung des Patienten von Seiten der Anästhesie zwingend notwendig. Bei Berücksichtigung aller Vorsichtsmassnahmen können Sondenextraktionen heutzutage in den Händen von Spezialisten mit einer hohen Erfolgsrate und mit einem niedrigen operativen Risiko durchgeführt werden.

Selbstverständlich setzt jede Sondenextraktion immer eine sorgfältige und individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung für den individuellen Patienten voraus.

Literatur

- 1 Maytin M, Epstein LM, Henrikson CA. Lead extraction is preferred for lead revisions and system upgrades: when less is more. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2010;3(4):413–24.
- 2 Hauser RG, Katsiyannis WT, Gornick CC, Almquist AK, Kallinen LM. Deaths and cardiovascular injuries due to device-assisted implantable cardioverter-defibrillator and pacemaker lead extraction. *Europace.* 2010;12(3):395–401.
- 3 Wilkoff BL, Love CJ, Byrd CL, Bongiorno MG, Carrillo RG, Crossley GH, et al. Transvenous Lead Extraction: Heart Rhythm Society Expert Consensus on Facilities, Training, Indications, and Patient Management. *Heart Rhythm.* 2009;6(7):1085–104.
- 4 Epstein AE, Kay GN, Plumb VJ, Dailey SM, Anderson PG. Gross and microscopic pathological changes associated with nonthoracotomy implantable defibrillator leads. *Circulation.* 1998;98(15):1517–24.
- 5 Smith MC, Love CJ. Extraction of Transvenous Pacing and ICD Leads. *PACE.* 2008;31:736–52.
- 6 Byrd CL, Wilkoff BL, Love CJ, Sellers TD, Turk KT, Reeves R, et al. Intravascular extraction of problematic or infected permanent pacemaker leads: 1994–1996. U.S. Extraction Database, MED Institute. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1999;22(9):1348–57.
- 7 Farooqi FM, Talsania S, Hamid S, Rinaldi CA. Extraction of cardiac rhythm devices: indications, techniques and outcomes for the removal of pacemaker and defibrillator leads. *Int J Clin Pract.* 2010;64(8):1140–7.
- 8 del Río A, Anguera I, Miró JM, Mont L, Fowler VG Jr, Azqueta M, Metres CA; Surgical treatment of pacemaker and defibrillator lead endocarditis: the impact of electrode lead extraction on outcome. *Chest.* 2003;124(4):1451–9.

- 9 Agarwal SK, Kamireddy S, Nemej J, Voigt A, Saba S. Predictors of complications of endovascular chronic lead extractions from pacemakers and defibrillators: a single-operator experience. *J Cardiovasc Electro-physiol.* 2009;20(2):171–5.
- 10 Wazni O, Epstein LM, Carrillo RG, Love C, Adler SW, Riggio DW, et al. Lead extraction in the contemporary setting: the LExIcon study: an observational retrospective study of consecutive laser lead extractions. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(6):579–86.
- 11 Calvagna GM, Evola R, Scardace G, Valsecchi S. Single-operator experience with a mechanical approach for removal of pacing and implantable defibrillator leads. *Europace.* 2009;11(11):1505–9.
- 12 Bongiorno MG, Soldati E, Zucchelli G, Di Cori A, Segreti L, De Lucia R, et al. Transvenous removal of pacing and implantable cardiac defibrillating leads using single sheath mechanical dilatation and multiple venous approaches: high success rate and safety in more than 2000 leads. *Eur Heart J.* 2008;29(23):2886–93.
- 13 Jones SO 4th, Eckart RE, Albert CM, Epstein LM. Large. Single-center, single-operator experience with transvenous lead extraction: outcomes and changing indications. *Heart Rhythm.* 2008;5(4):520–5.
- 14 Kennergren C, Bjurman C, Wiklund R, Gäbel J. A single-centre experience of over one thousand lead extractions. *Europace.* 2009;11(5):612–7.
- 15 Almejmi A, Ashraf SS, Malas AM, McCowan R. Laser extraction of infected pacemaker and ICD leads: early experience at Charleston Area Medical Center. *W V Med J.* 2006;102(3):20–2.
- 16 Robinson T, Oliver J, Sheridan P, Sahu J, Bowes R. Fragmentation and embolization of pacemaker leads as a complication of lead extraction. *Europace.* 2010;12(5):754–5.
- 17 Marijon E, Boveda S, De Guillebon M, Jacob S, Vahdat O, Barandon L, et al. Contributions of advanced techniques to the success and safety of transvenous leads extraction. *PACE.* 2009;32:S38–S41.
- 18 Glover BM, Watkins S, Mariani JA, Yap S, Asta J, Cusimano RJ, et al. Prevalence of tricuspid regurgitation and pericardial effusions following pacemaker and defibrillator lead extraction. *Int J Cardiol.* 2010;145(3):593–4.
- 19 Moak JP, Freedenberg V, Ramwell C, Skeete A. Effectiveness of Excimer Laser-Assisted Pacing and ICD Lead Extraction in Children and Young Adults. *PACE.* 2006;29:461–6.
- 20 Calton R, Cameron D, Cusimano RJ, Merchant N, Chauham V. Successful laser-assisted removal of an infected ICD lead with a large vegetation. *PACE.* 2006;29:910–3.
- 21 Mitka M. Group offers advice on safe extraction of lead wires in implantable heart devices. *JAMA.* 2009;302(3):244–5.
- 22 Schläpfer J, Babotai I, Bauersfeld U, Burri H, Fuhrer J, Gloor H, Sticherling C, Zwicky P. Richtlinien 2011 zur Herzschrittmacher- und Defibrillatortherapie und perkutanen Katheterablation. *Cardiovascular Medicine.* 2011;14(3):86–91.
- 23 Silvetti MS, Drago F. Outcome of young patients with abandoned, non-functional endocardial leads. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2008;31:473–9.
- 24 Böhm A, Pinter A, Duray G, Lehoczyk D, Dudas G, Tomcsanyi I, et al. Complications due to abandoned noninfected pacemaker leads. *PACE.* 2001;24:1721–4.