

Externe Störmöglichkeiten des SM/ICD

Externe Störmöglichkeiten sind vielfältig, setzen jedoch ursächlich immer das Vorhandensein eines entsprechenden elektromagnetischen Feldes voraus. Das System aus Gerät (SM/ICD) und Elektrode wirkt für elektromagnetische Felder wie eine Antenne. Schrittmacher und ICD sind durch Eingangsfiler (Wahrnehmungsschaltkreise) meist in der Lage, Störungen zu erkennen.

Eine EMI ist insbesondere bei niederfrequenten Signalen mit einer Frequenz von ≤ 5 Hz (entspricht ca. 300/min.) in der Lage, die Schutzfilter eines Schrittmachers zu überwinden und als „physiologisch“ eingestuft zu werden. Der Schrittmacher würde hierauf seine Stimulationsabgabe inhibieren, welches je nach aktueller Abhängigkeit des Patienten vom SM von Schwindel bis Synkope und Reanimationspflichtigkeit unterschiedliche Symptome hervorrufen kann. Hochfrequente Signale von > 5 Hz werden als Störsignale interpretiert. Schrittmacher schalten bei starken Störungen je nach Hersteller und Modell dann meist auf einen (asynchronen) Sicherheitsmodus (*power on reset* = POR), wobei die Stimulationsfrequenz mit von dem Auslastungsgrad (prozentual aktives Zeitintervall) des interferierenden Signals abhängt. Generell ähneln die Werte meist den Parametern bei Erreichen des ERI-Zeitpunktes (*early replacement indicator* = elektiver Batterieaustauschindikator). Für die Patienten kann die meist asynchrone Stimulation als Palpitation verspürt werden. Bei herzinsuffizienten Patienten kann es zu einem Abfall des HZV kommen. T-Wellen-Stimulationen mit der Folge eines Kammerflimmerns sind auch unter asynchroner Stimulation selten.

Anders als bei Schrittmachern gibt es bei Defibrillatoren keine Frequenzbegrenzung für vermeintlich „tachykarde“ Signale. Sie können starke Störsignale als *verum* für die Detektion eines ICD einstufen. Meist sehr schmerzhaft, inadäquate Therapieabgaben wären die Folge. Zusätzlich kann natürlich auch ein statisches Magnetfeld von über 1 mT (*Tesla*) den ICD in den Magnetmodus (s.o.) unter Therapieinhibition führen. Unter Umständen lebensbedrohliche Arrhythmien würden dann nicht therapiert. Durch den Übergang in die Programmierbereitschaft im Magnetmodus ist der ICD zudem empfindlicher gegenüber Störungen.

Die Empfehlungen der Literatur und der Herstellerfirmen der SM/ICD-Systeme differieren zum Teil beträchtlich, wobei die Firmen eher zu sehr hohen Sicherheitsanforderungen neigen.

Die in diesem Artikel ausgesprochenen Empfehlungen orientieren sich immer an der konservativsten Meinung.

Generell gilt, dass die Störmöglichkeiten der Systeme im Alltag **eher gering** sind. Störungen sind durch die Beachtung weniger Verhaltensregeln eine Ausnahme. Durch die Verwendung sog. bipolarer Elektrodensysteme, die ein räumlich wesentlich kleineres elektrisches Feld bei Schrittmachern aufweisen, können mögliche Störungen weiter reduziert werden. Jeder Patient, der mit einem aktiven Implantat versorgt wurde, wird üblicherweise auf Gefahrenquellen hingewiesen und mit Begleitbroschüren ausgestattet. Dennoch kommt es in einzelnen Fällen zu Unsicherheiten und Rückfragen. Im Zweifel sollte der Pat. in einem spezialisierten Zentrum vorgestellt werden, um das Gefahrenpotential unter Einbeziehung der Herstellerfirma abklären zu können.

Zur Orientierung sollen im Folgenden einzelne Störmöglichkeiten sowie Therapiestrategien diskutiert werden:

Häusliche Störmöglichkeiten

Im Alltag ist bei normal funktionierenden Haushaltsgeräten unter Beachtung der Besonderheiten für Handys und Diebstahlsicherungssysteme keine Störung zu erwarten. Beachtung finden sollten allerdings die Warnhinweise für Heckenscheren und Kettensägen, da hier vereinzelt Patienten über Störungen und Fehlschockabgaben berichtet haben.

Benzin-Rasenmäher/Zündspulen von Autos: Die Zündsysteme von Autos und Benzinrasenmähern können bei einer Annäherung des Aggregates auf weniger als 30 cm (bzw. Armlänge) eine Störquelle darstellen. Auf einen entsprechenden Abstand bei Reparaturen/Anlassen etc. ist daher zu achten.

Diebstahlsicherungen in Kaufhäuser: Insbesondere die niederfrequenten Signale der elektronischen Artikelsicherung (EAS) können Schrittmacher und Defibrillatoren stören, wenn Patienten sich länger in der Nähe der Felder aufhalten. Es ist daher zu raten, diesen Bereich zügig zu durchqueren und nicht in seiner Nähe zu verweilen.

Flughafenkontrolle: Im Flughafen arbeiten sowohl die Metalldetektoren in Torform als auch die Handkontrollgeräte des Sicherheitspersonals mit magnetischen Feldern. Es empfiehlt sich, vor der Kontrolle darauf hinzuweisen, dass man ICD/SM-Träger ist; der Pat. sollte entsprechend immer seinem ICD/SM-Ausweis vorweisen können. In den meisten Fällen wird der Pat. dann manuell abgetastet. Nach Patientenberichten ist es besonders in US-amerikanischen Flughäfen sinnvoll, ein Passbild mit Stempel der Gemeinde auf dem SM-Ausweis anzubringen. Ist es nicht zu umgehen, dass der Pat. durch den Metalldetektor gehen muss, sollte er zügig hindurchgehen und nicht in diesem Bereich verweilen. Eine Abtastung mit einer „Kelle“, also einem Handgerät, sollte unbedingt vermieden werden, da durch das Magnetfeld die ICD-Erkennung abgeschaltet werden könnte (s.o.).

Heckenschere, Kettensäge, Kreissägen: **CAVE:** Diese Geräte bieten ein **sehr großes Potential eines Fehlschocks(!) bzw. SM-Inhibition**, da der notwendige Abstand zum oft kaum isolierten Motorsystem, insbesondere der Zündung, in Handhaltung nicht erreicht werden kann.

Heizdecken / Magneteinlagen: Aufgrund möglicher Magnetfelder direkt am Aggregat **nicht** zu empfehlen.

Lautsprecher: Insbesondere bei größeren Lautsprechern sollte der Permanentmagnet in dem Lautsprecher nicht in die Nähe des SM/ICD gelangen. Probleme treten hier meist nur beim Transport von Standlautsprechern auf. Bei kleineren Autolautsprechern wird eigentlich automatisch immer der zu empfehlende Abstand von 30cm eingehalten.

Mikrowelle: Meistens ist eine *unbedenkliche* Nutzung möglich, da die Geräte an einer Wand anlehnen. Bei frei stehender Mikrowelle ist bei laufendem Betrieb zur Rückseite ein Mindestabstand von 15cm zu halten.

Mobiltelefone: Bei Mobiltelefonen wird ein Mindestabstand von 15cm zwischen der Antenne des Handys und dem SM/ICD empfohlen. Insbesondere bei D-Netz-Telefonen konnten bei kürzeren Abständen Interferenzen nachgewiesen werden. Zu empfehlen ist, das Telefon immer am *gegenüberliegenden Ohr* zum Implantationsort zu benutzen. Auch ein Tragen in der Brusttasche oder Gürteltasche nahe des Implantationsortes ist zu vermeiden. Für

normale schnurlose Handtelefone (DECT) brauchen in der Regel *keine* besonderen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

Störmöglichkeiten am Arbeitsplatz

Eine mögliche Interferenz der Systeme am Arbeitsplatz sollte bestenfalls schon vor der Implantation abgeklärt worden sein. Bei einigen Arbeitsplätzen ist eine Fortführung der bisherigen Tätigkeit, wie z.B. Elektroschweißen, nicht immer möglich. Insbesondere Arbeitsplätze mit Eigen- oder Fremdgefährdung unterliegen besonderen Restriktionen. Für den Fall einer Interaktion sollte eine Klärung des Sachverhaltes mit der Herstellerfirma des Systems angestrebt werden. Die Situation am Arbeitsplatz muss dabei individuell evaluiert werden. Gegebenenfalls kann bei erhärtetem Verdacht einer möglichen Beeinflussung eines SM/ICD-Systemes am Arbeitsplatz eine Überprüfung durch eine Prüfstelle (z.B. der Berufsgenossenschaft) veranlasst werden. Neuerdings stehen auch Handgeräte zur eigenen Überprüfung der EMI am Arbeitsplatz zur Verfügung.

Bohrmaschine: Vereinzelt liegen Berichte von Patienten vor, die Fehlschockabgaben aufgrund der Nähe des Elektromotors und/oder der Vibrationen bei Haltung mit dem linken Arm in Brustnähe hatten. Empfohlene Vorsichtsmaßnahmen: a) Handhabung nur mit ausgestrecktem Arm, möglichst kontralateral zur Implantationsseite außerhalb Brusthöhe. b) Nur kurze Bohrzeiten (<5sek.) c) Keine Benutzung in der Einheilzeit der Elektroden zur Vermeidung von vibrationsbedingten Sondendislokationen.

Induktionsöfen (Stahlofen) sowie Hochspannungsanlagen / -schaltungen, Kraftwerke: Von einem näheren Kontakt ist in der Regel durch die entstehenden, starken elektromagnetischen Felder **abzuraten**.

Lichtbogenschweißgeräte, Elektroschweißen: **CAVE:** Diese Verfahren bieten ein **sehr großes Potential eines Fehlschocks(!) bzw SM-Inhibition**, da sie zu einer hohen elektrischen und magnetischen Interferenz führen. Insbesondere Schrittmacher können hierdurch beeinträchtigt werden. Störsignale bei Defibrillatoren können besonders ab Werten >250 Ampère die Schutzfilter durchdringen. Wenn möglich, sollte Azetylen- oder andere „nichtelektrische“ Schweißverfahren bevorzugt werden. In einer kleineren Studie konnte aber im Gegensatz zu den Empfehlungen der Herstellerfirmen und Einzelfallberichten keine Interferenz nachgewiesen werden, so dass ein individuelles Vorgehen unabdingbar erscheint.

Magnetklammern/-schlösser: wie z.B. auch Namensschilder sollten nicht in Höhe des Aggregates geführt werden.

Radioantennen/Hochfrequenzsender (Amateur und CB-Funk): Die heutigen Schrittmacher und ICD-Systeme sind meist in der Lage, Feldstärken von ≤ 200 V/m zu widerstehen. Damit ist bei handelsüblichen Funksystemen nicht von einer Gefährdung auszugehen. Feldstärken dieser Größenordnung kommen meist nur in der Nähe von Hochenergieantennen vor. Von einem direkten Kontakt mit jeglichen Sendeantennen ist abzuraten.

Störmöglichkeiten im medizinischen Bereich

Im klinischen Bereich kann es zu vielfältigen Interferenzen mit elektromagnetischen Feldern kommen. Generell sollte die Wichtigkeit einer Behandlung in Beziehung zu möglichen Störungen des SM/ICD und den zu erwartenden Folgen gesetzt werden. In den meisten Fällen ist eine vorherige Umprogrammierung (z.B. in einen asynchronen Modus), eine EKG-Kontrolle während der Behandlung in externer Defibrillationsbereitschaft sowie eine Nachkontrolle mit Reprogrammierung des SM/ICD zu erwägen. Insbesondere bei ICD's sollte eine vorherige Abschaltung der Tachykardieerkennung unter externer Defibrillationsbereitschaft zur Vermeidung von Fehlschocks in Betracht gezogen werden.

Bestrahlung mit hochenergetischer, ionisierender Strahlung: Die derzeit in SM und ICD's benutzten Schaltkreise sind empfindlich für Strahlung. Dabei scheint sich die Empfindlichkeit von ICD's und SM zu unterscheiden. Ab akkumulierten Dosiswerten von 500rad. (5 Gy) können bleibende Schäden an Schrittmachern auftreten, die nicht berechenbar sind (**5 Gray max.!**). Der therapeutische Strahlengang sollte zudem mindestens 3cm Abstand zum Schrittmacher haben. Ggf. muss eine Verlagerung/Neuimplantation des Aggregates in Erwägung gezogen werden. Die Elektroden der Schrittmacher- und ICD's können durch die Strahlung *nicht* beschädigt werden. ICD-Aggregate sind sensibler bezüglich Strahlung; hier können schon ab 100rad (1 Gy) Schädigungen auftreten (**1 Gray max.!**). Der Strahlengang sollte mindestens 10cm vom Aggregat entfernt sein, und die Tachyarrhythmie-Detektion zur Sicherheit während der Therapie unter externer Defibrillationsbereitschaft ausgeschaltet werden. Nach der Behandlung sollte jeweils eine SM/ICD-Kontrolle durchgeführt werden.

Computertomografie (CT)/ Röntgenbilder: Bis zum jetzigen Zeitpunkt sind unserer Kenntnis nach **KEINE** Störungen durch Röntgenstrahlen bei CT und einzelnen Röntgenaufnahmen bekannt geworden.

Diathermie: Es muss zwischen Ultraschall- Hochfrequenz- und Mikrowellendiathermie unterschieden werden. Generell ist ein Mindestabstand von 15cm zum SM/ICD zu empfehlen, keinesfalls sollte die Diathermie direkt über dem Aggregat durchgeführt werden. Bei der Hochfrequenz- und Mikrowellendiathermie kann es zusätzlich zur Erwärmung des Aggregates kommen, so dass thermische Schäden möglich sind. Eine Einkopplung hochfrequenter Störstrahlung in die Sonden mit möglichen ventrikulären Tachykardien in der Folge ist ebenso wie eine inadäquate Schockabgabe möglich. Eine vorherige und nachfolgende Kontrolle des Aggregates, ggf. mit Umprogrammierung und externer Defibrillationsbereitschaft während der Behandlung ist zu erwägen.

Elektrokauter: Die Verwendung von Elektrokautern bei Operationen stellt eine der häufigsten Störungen von SM/ICD's im klinischen Bereich dar. Durch die Hochfrequenzsignale kann es zu Problemen der Impulswahrnehmung (sog. Over-/Undersensing) mit entsprechend irregulärem Verhalten (z.B. Inhibition der Stimulation, Schockabgabe) des Aggregates kommen. In Einzelfällen ist ein Reset (POR, s.o.) bis hin zu einer permanenten Schädigung des SM/ICD möglich. Ein (unbeabsichtigtes) Berühren des SM-Systemes mit dem Elektrokauter kann zu einer hohen Energieabgabe in das System mit entsprechenden Schädigungsmöglichkeiten (auch des Endo-/ Myokards im Sondenbereich!) führen.

Aus Sicherheitsgründen sollten daher bei jeder Verwendung eines Elektrokauters folgende Sicherheitsmaßnahmen beachtet werden: a) Ein Mindestabstand von 15cm zum SM/ICD sollte eingehalten werden. b) Es sollte nur die unbedingt notwendige Energiemenge zum Kautern verwendet werden. c) Die Stromstöße sollten möglichst kurz (ca. 1 sek.) gehalten werden, gefolgt von ca. 5 sek. Pause. d) Nach Möglichkeit sollte ein bipolarer Kauter benutzt werden. e) Wenn der Pat. eine asynchrone Stimulation verträgt, sollte das Aggregat auf AOO oder VOO umprogrammiert werden. f) Ein Magnet sollte nur bei *nicht* programmierbaren SM aufgelegt werden. Bei programmierbaren Systemen kann es durch die Telemetriebereitschaft des SM/ICD infolge Magnetauflage mit einhergehender, erhöhter Empfindlichkeit durch den Kauter zu Schädigungen kommen (**KEIN Magnet!**) g) Die Erkennung von ventrikulären Arrhythmien durch den ICD sollte deaktiviert werden, damit es nicht durch Fehlinterpretation der Signale zu inadäquaten Schockabgaben kommt h) Die Verwendung eines EKG zur

Kontrolle unter externer Defibrillationsbereitschaft ist obligat. Das SM/ICD-System sollte nach dem Eingriff eine Kontrolle unterzogen werden.

Hochfrequenzablation im Rahmen einer Elektrophysiologische Untersuchung (EPU): Die Tachyarrhythmie-Detektion zur Erkennung ventrikulärer Tachykardien in ICD's sollte vor der Untersuchung ausgeschaltet werden, um inadäquate Therapien zu vermeiden. Eine vorsichtige Manipulation mit den Ablationskatheter im rechten Atrium/Ventrikel zur Vermeidung von Sondendislokationen ist obligat.

Lithotripter: Die Schockwellen können zu einer Störung von Zweikammersystemen führen, welche mit Inhibition der ventrikulären Stimulation einhergehen könnte. Im Falle eines frequenzsteuernden Systems (RR-Systeme) kann es zur Interferenz mit dem Sensor des SM/ICD mit der Folge hoher Stimulationsfrequenzen kommen. Schädigungen des Piezokristalls des SM/ICD sind möglich. Zur Vorsicht sollte das System auf VOO oder VVI umprogrammiert werden und der Fokus des Lithotripters 15cm vom SM/ICD entfernt sein. Eine sorgfältige Kontrolle der Herzfrequenz während der Prozedur ist anzuraten.

MRT, Magnetfeldtherapie: Bei der MRT-Untersuchung entstehen statische und wechselnde Magnetfelder sowie Radiostrahlung, so dass grundsätzlich Sicherheitsbedenken bestehen. Die Überlegungen bezüglich der Sicherheit einer MRT-Untersuchung bei SM/ICD-Trägern sind jedoch im Wandel begriffen. Ein früheres, generelles Verbot der MRT-Untersuchung scheint differenzierten Empfehlungen zu weichen. Bei Schrittmacherträgern ist eine Untersuchung in spezialisierten Zentren unter Beachtung der möglichen Risiken zu erwägen. ICD-Träger sind weiterhin von einer strikten Kontraindikation betroffen. Neuere Systeme mit Herstellungsdatum nach 2000 scheinen aufgrund eines geringeren Gewichtes, Titangehäusen etc. aber zunehmend unempfindlicher gegenüber MRT zu werden. Insbesondere MRT-Geräte $\leq 1,5$ T scheinen weniger Probleme zu bereiten. Dennoch sollten Berichte über Fehlschockabgaben, Energieabsorption über die ICD-Elektrode mit möglicher Myokardfibrose bis -nekrose, bis hin zum kompletten Ausfall der Programmierbarkeit sehr ernst genommen werden. Eine strengste Indikationsstellung unter Besprechung der möglichen Folgen für den Patienten ist in Einzelfällen zu erwägen, wenn eine Darstellung außerhalb des Thorax erfolgen soll, so z.B. MRT des Schädels.

Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS): Bereiche oberhalb des Hosengürtels sollten vermieden werden, insbesondere Schulter- und Brustbereich. Durch die (Stör)signale des TENS-Gerätes kann es sonst zur Inhibition des SM und/oder inadäquater Schockabgabe des ICD kommen. Der Abstand zwischen den TENS-Elektroden sollte möglichst klein gewählt werden. Bei Schrittmachern ist eine gewählte TENS-Stimulationsfrequenz von >30Hz sinnvoll, da niedrigere Frequenzen eher zu Störungen führen können.

Transthorakale Defibrillation: Im Falles eines ICD sollte generell eine interne Defibrillation vorgezogen werden. Ansonsten siehe §4. Eine nachfolgende SM/ICD-Kontrolle ist obligat.