

Kardiologie 2011 · 5:257–263
DOI 10.1007/s12181-011-0372-9
© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie –
Herz- und Kreislaufforschung e.V.
Published by Springer-Verlag –
all rights reserved 2011

C.W. Israel¹ · B. Nowak² · S. Willems³ · D. Bänsch⁴ · C. Butter⁵ · N. Doll⁶ · L. Eckardt⁷ ·
J.C. Geller⁸ · T. Klingenheben⁹ · T. Lewalter¹⁰ · B. Schumacher¹¹ · C. Wolpert¹²

¹ Klinik für Innere Medizin – Kardiologie & Angiologie, Evangelisches Krankenhaus Bielefeld; ² CCB – Cardioangiologisches Centrum Bethanien, Frankfurt a.M.;

³ Klinik für Kardiologie mit Schwerpunkt Elektrophysiologie, Universitäres Herzzentrum, Hamburg; ⁴ Universitäres Herzzentrum, Universitätsklinikum Rostock;

⁵ Herzzentrum Brandenburg in Bernau; ⁶ Sana Herzchirurgie Stuttgart

⁷ Abteilung für Rhythmologie, Department für Kardiologie und Angiologie, Universitätsklinikum Münster; ⁸ Abteilung Rhythmologie und invasive Elektrophysiologie, Zentralklinik Bad Berka; ⁹ Praxis für Kardiologie und Ambulante Herzkatheter-

Kooperation, Bonn; ¹⁰ Klinik für Kardiologie und Internistische Intensivmedizin, Isar Herzzentrum München; ¹¹ Medizinische Klinik II, Westpfalz-Klinikum Kaiserslautern

¹² Klinik für Innere Medizin, Kardiologie, Nephrologie und internistische Intensivmedizin, Klinikum Ludwigsburg

Empfehlungen zur externen Kardioversion bei Patienten mit Herzschrittmacher oder implantiertem Kardioverter/Defibrillator

1. Präambel

Die vorliegende Arbeit ist eine Stellungnahme der Arbeitsgruppe „Rhythmologie“ der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK), die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergibt und allen Ärzten und ihren Patienten die Entscheidungsfindung erleichtern soll. Es wird eine Empfehlung abgegeben, für welche Patienten das vorgestellte (diagnostische und/oder therapeutische) Verfahren infrage kommt. Der Zusammenhang zwischen der jeweiligen Empfehlung und dem zugehörigen Evidenzgrad ist entsprechend gekennzeichnet (■ **Tab. 1, 2**). Diese Empfehlungen ersetzen nicht die ärztliche Evaluation des individuellen Patienten und die Anpassung der Diagnostik und Therapie an dessen spezifische Situation.

2. Einleitung

Die externe Kardioversion stellt ein ausgesprochen effektives Verfahren zur Terminierung von Vorhofflimmern dar und wird daher im klinischen Alltag häufig in der Behandlung dieser Arrhythmie angewandt. Patienten mit implantiertem Herzschrittmacher, ICD oder kardialem Resynchronisationssystem (CRT-P oder CRT-D) haben häufig Vorhofflimmern.

Bei Patienten mit implantiertem Schrittmacher- oder ICD-System besteht daher nicht selten die Indikation zur elektiven Kardioversion. Wenn Vorhofflimmern bereits seit >48 h persistiert, ist hierzu in der Regel eine elektrische Kardioversion erforderlich. Dabei kann es jedoch zu einer passageren oder permanenten Schädigung von Aggregat oder Elektroden kommen.

Die vorliegenden Empfehlungen stellen die möglichen Interaktionen zwischen externer Kardioversion und implantiertem System und Maßnahmen, mit denen

diese auch bei implantierten Systemen sicher durchgeführt werden kann, vor. Sie geben hierbei praktische Hinweise, die mit wenigen Ausnahmen auf Expertenkonsensus beruhen (Evidenzgrad C).

3. Potenzielle Interaktionen und deren Folgen

Interaktionen zwischen einer externen Kardioversion oder Defibrillation mit implantierten Schrittmachern sind in Einzelfällen bereits früher berichtet worden [1]. Auch bei In-vitro- und Tierversuchen [2] wurden nach Kardioversion Beschädigungen von Aggregaten und/oder Elektroden beschrieben. In den 1990er-Jahren wurden Art und Häufigkeit von Schrittmacherdysfunktionen in 2 kleinen Studien untersucht [3, 4].

Aus diesen Fallberichten und Studien sind die in ■ **Tab. 3** aufgeführten und im Weiteren diskutierten möglichen technischen und klinischen Komplikationen von Bedeutung.

Tab. 1 Empfehlungsgrade

I	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme effektiv, nützlich oder heilsam ist
II	Widersprüchliche Evidenz und/oder unterschiedliche Meinungen über den Nutzen/die Effektivität einer Therapieform oder einer diagnostischen Maßnahme
Ila	Evidenzen/Meinungen favorisieren den Nutzen bzw. die Effektivität einer Maßnahme
Ilb	Nutzen/Effektivität einer Maßnahme ist weniger gut durch Evidenzen/Meinungen belegt
III	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme nicht effektiv, nicht nützlich oder nicht heilsam ist und im Einzelfall schädlich sein kann

Tab. 2 Evidenzgrade

A	Daten aus mehreren, randomisierten klinischen Studien oder Metaanalysen
B	Daten aus einer randomisierten Studie oder mehreren großen, nicht randomisierten Studien
C	Konsensusmeinung von Experten und/oder kleinen Studien, retrospektiven Studien oder Registern

Tab. 3 Mögliche technische und klinische Komplikationen einer externen Kardioversion bei Patienten mit implantiertem Schrittmacher- oder ICD-System

Technische Komplikation am Implantat	
Irreversible Schädigung, kompletter Funktionsverlust (Schaden/Überlastung der Zener-Schutzdiode)	
Permanenter oder vorübergehender Stimulationsverlust (Exitblock)	
Permanenter oder vorübergehender Reizschwellenanstieg	
Wahrnehmungsverlust (VOO/DOO-Stimulation)	
Batterieerschöpfung („end-of-life“, „end-of-service“)	
Umprogrammierung (Modus, Frequenz)	
Verlust der Programmierbarkeit	
Störmodus, „power-on-reset“	
„Runaway-pacemaker“ mit hoher Stimulationsfrequenz	
Klinische Komplikationen	
Induktion von Kammerflimmern	
Asystolie	
Myokardnekrosen, rechtsventrikulärer Infarkt	
Läsionen („burns“) um die Elektrodenspitze, Endokardfibrose	

Bei externer Kardioversion kann es durch hohe Energie in unmittelbarer Nähe des implantierten Aggregats zu Versagen und Zerstörung der Schutzdiode kommen, wodurch die Energie in den Schrittmacherstromkreis gelangt, was zum kompletten Funktionsverlust führen kann. Besonders rasch nacheinander durchgeführte Kardioversionen können zur Überlastung der Kapazität der Schutzdiode führen, die dann einen Eintritt der Energie in das Aggregat nicht mehr verhindert.

Dadurch kann es zu Störungen des Aggregats kommen, die in einem Stimulationsverlust (Beschädigung des Stimulationsstromkreises bzw. des Spannungsdopplers) und einer Batterieerschöpfung mit „End-of-life-Verhalten“ bestehen können. Die Computerelektronik kann beschädigt werden, was außer zum Funk-

tionsverlust auch zum permanenten Verlust der Programmierbarkeit führen kann. In älteren Schrittmachern wurde auch das Auftreten eines „runaway-pacemakers“ beschrieben, d. h., durch eine Dysfunktion der Zeitgebung stimuliert der Schrittmacher unkontrolliert tachykard. An reversiblen Veränderungen sind v. a. ein automatisches Umschalten in den Störmodus bzw. „power-on-reset“ und eine Umprogrammierung der Frequenz und des Stimulationsmodus (z. B. in VOO- oder VVT-Modus) beschrieben worden. Diese können in der Regel durch eine Rückprogrammierung korrigiert werden.

Durch eine Ableitung der Energie der externen Kardioversion vom Aggregat auf die Schrittmacher- und ICD-Elektroden kann es außerdem zu einer thermischen Schädigung v. a. der Elektrodenspitze

und des angrenzenden Myokards kommen. Hierdurch entsteht ein Trauma am Myokard mit lokaler Nekrose. Erkennbar ist dies früh nach Kardioversion bei geringer Schädigung an einer akut reduzierten Stimulationsimpedanz. Bei stärkerer Schädigung kommt es zu einem Reizschwellenanstieg und einer Reduktion der Wahrnehmung bis hin zum Exitblock und zum kompletten Wahrnehmungsverlust. Die Veränderungen können bei geringer Erhitzung passager sein, und die Elektrodenfunktion (insbesondere die Stimulation) kann sich nach Sekunden bis Minuten (typischerweise <30 min) wieder normalisieren. Bei thermischer Myokardschädigung kann sich jedoch auch zunächst nur ein Ödem ausbilden, ähnlich der Reaktion auf Radiofrequenzablation, erst allmählich entsteht eine Fibrose um die Elektrodenspitze herum. Es kommt dann zu einem progredienten Reizschwellenanstieg, der auch über Tage bis Wochen zum Exitblock führen kann. Bei sternal-apikaler Elektrodenlage der externen Kardioversion treten diese Veränderungen in stärkerem Maße an der Ventrikel Elektrode auf, da diese einen zu diesem Energiefeld der Kardioversion parallelen Verlauf hat und so eine maximale Stromweiterleitung erfolgt (oft als „Antenneneffekt“ bezeichnet, was physikalisch jedoch nicht korrekt ist; [5]).

Als Folge eines Exitblocks kann es zur Asystolie kommen. Auch ein passagerer Stimulationsverlust kann eine Dauer bis 30 min aufweisen. Durch verschiedene Mechanismen ist die Induktion von Kammerflimmern bei oder nach externer Kardioversion möglich: zum einen durch Wahrnehmungsverlust und nachfolgend asynchrone Ventrikelstimulation (auch durch Magnetauflage auf das implantierte Aggregat während Kardioversion), zum Zweiten durch einen Exitblock mit Asystolie, zum Dritten durch Synchronisation des Schocks auf einen asynchronen oder nichtventrikulären Stimulus.

Die genannten Arrhythmien, der Funktionsverlust des implantierten Systems und die rechtsventrikuläre Myokardnekrose können im Einzelfall zum Tod des Patienten führen [1].

4. Daten zu älteren Systemen

Es bestehen nur wenige systematische Daten zu Interaktionen zwischen externer Kardioversion/Defibrillation und implantierten Herzschrittmachern bzw. Defibrillatoren. Bereits 1969 wurde bei 55 Hunden mit implantierten epikardialen Schrittmachern ein Funktionsverlust nach externer Kardioversion in 11% der Fälle gefunden [2]. Levine berichtete über 7 Fälle von Patienten, bei denen nach Kardioversion die Stimulation temporär (n=6) oder permanent (n=1) ineffektiv war [6]. Zwei Schrittmacher zeigten innerhalb des folgenden Jahres eine vorzeitige Batterieschöpfung. Auch Einzelfälle von permanentem Funktionsverlust [7], Reprogrammierung verschiedener Parameter [1, 8, 9], Kammerflimmern [10, 11] und Rechtsherzinfarkt mit Todesfolge [12] wurden berichtet. Mehrere Einzelfälle berichteten von einem selektiven Reizschwellenanstieg bzw. Exitblock der Ventrikel Elektrode bei 2-Kammer-Systemen [13, 14].

In einer Studie mit 36 Schrittmacherpatienten fand sich in 50% der Fälle ein passagerer Stimulationsverlust mit einer Dauer von 5 s bis 30 min (im Mittel 2,5 min) und in 41% der Fälle ein vorübergehender Wahrnehmungsverlust [4]. Bei 2 Patienten musste wegen permanentem Funktionsverlust der Schrittmacher ausgetauscht werden. In einer weiteren Untersuchung mit 23 Patienten wurde bei 44% eine Schrittmacherfehlfunktion nach Kardioversion gefunden [3], überwiegend passagere Reizschwellenanstiege über das 3-Fache, Stimulations- oder Wahrnehmungsverlust, aber auch ein Fall eines kompletten Funktionsverlustes, der einen umgehenden operativen Schrittmacherwechsel notwendig machte.

Bei diesen älteren Daten sind Probleme insbesondere bei unipolaren Elektroden, rechtsseitiger Schrittmacherimplantation und sternal-apikaler Orientierung der externen Kardioversion aufgetreten [15]. In diesem Setting besteht die größte Gefahr für einen Antenneneffekt der ventrikulären Schrittmacherelektrode. Aus diesem Grund sollte eine externe Kardioversion bei Schrittmacherpatienten immer in anterior-posteriorer Elektrodenorientierung durchgeführt werden, die nach Studiendaten ohnehin effektiver bei

der Terminierung von Vorhofflimmern ist [16, 17]. Eine biphasische Schockabgabe ist einer monophasischen vorzuziehen, da hier eine höhere Effektivität erzielt bzw. eine niedrigere initiale und kumulative Energie benötigt wird [18].

5. Daten zu neueren Systemen

Die Verwendung bipolarer Elektroden, eine linksseitige Implantation und biphasische Schockabgaben verringern das Risiko für Schrittmacherfehlfunktionen nach externer Kardioversion. Zusätzlich sind die Strom- und Schaltkreise neuerer Schrittmacher und ICDs gegenüber elektromagnetischen Interferenzen weniger anfällig.

Entsprechend zeigen neuere Studien [19, 20, 21] weniger oder gar keine klinisch relevanten Änderungen der Schrittmacher- und ICD-Funktion nach externer Kardioversion.

In einer Untersuchung an 56 Patienten mit 2-Kammer-Schrittmacher wurde nach externer Kardioversion (mono- und biphasisch) keine permanente Schrittmacherdysfunktion gefunden [19]. Es fanden sich ein Reizschwellenanstieg um im Mittel 0,24 V und ein Impedanzabfall um 50 Ohm, die beide innerhalb von 24 h wieder auf Ausgangsniveau zurückgingen. Bei 30 Patienten mit einem DDDR-Schrittmacher mit bipolaren Elektroden fand sich ein Fall eines passageren ventrikulären Exitblocks für wenige Sekunden, in keinem Fall wurde eine anhaltende Dysfunktion gefunden [20]. Bei Kontrolluntersuchungen fanden sich auch im Langzeitverlauf keine signifikanten Änderungen der atrialen oder ventrikulären Elektrodenfunktion.

In einer prospektiven Untersuchung an 44 Patienten mit Schrittmacher- und ICD-Systemen (inklusive CRT-Systemen) wurden Reizschwellen, Wahrnehmung und Impedanzen systematisch vor und unmittelbar nach externer Kardioversion sowie nach 1 h und 1 Woche gemessen [21]. Die Kardioversion wurde mit Elektroden in anterior-posteriorer Orientierung mindestens 8 cm vom Aggregat entfernt durchgeführt. Es wurden in keinem Fall passagere oder permanente Funktionsstörungen der implantierten Systeme beobachtet, weder wäh-

rend noch nach Kardioversion. Zwar waren Änderungen der Stimulations- und Wahrnehmungseigenschaften nachweisbar, jedoch in einem klinisch unbedeutenden Ausmaß (mittlere Änderungen: Reizschwellenanstieg um 0,06 V, Impedanzabfall um 20 Ohm, R-Wellen-Reduktion um 0,8 mV) und mit einer Rückkehr zu den Vorwerten innerhalb 1 h. Es wurden randomisiert mono- und biphasische Schocks angewandt. In beiden Fällen fanden sich keine signifikanten Änderungen der Elektrodenwerte nach 1 h, jedoch lag die notwendige kumulative Schockenergie für die monophasische Kardioversion höher.

6. Offene Fragen

Nicht hinreichend geklärt ist das Risiko für Elektroden dysfunktionen und Myokardnekrosen bei epikardialer Elektrodenlage. Lediglich in einer Studie waren CRT-Patienten (n=3) eingeschlossen [21], ansonsten sind sie gar nicht untersucht. Daten für chirurgisch implantierte epikardiale (Schraub-)Elektroden bei Kindern oder CRT-Patienten, bei denen keine Koronarsinuselektrode implantiert werden konnte, fehlen ebenso. Unklar ist außerdem, wie weit die Kardioversionselektroden vom Aggregat entfernt sein müssen. Alte Studien beschreiben einen Mindestabstand von 10 cm, in der Studie von Manegold et al. [21] wurde ≥ 8 cm untersucht. Sicher ist, dass der Abstand möglichst groß sein sollte, um die auf Schrittmacher-/ICD-Elektrode einwirkende Energie zu minimieren.

Unklar ist weiterhin, ob alternative Elektrodenpositionen (septal, posterior) bei anterior-posteriorer Anordnung der Kardioversionselektroden eine stärkere Stromweiterleitung („Antenneneffekt“) zeigen als Elektroden in konventionellen Positionen (rechtes Vorhofohr, rechtsventrikulärer Apex).

Schließlich sollte beachtet werden, dass die Elektronik des Aggregats maßgeblich verantwortlich ist für die Anfälligkeit gegenüber hoher externer Energie. Jede grundsätzliche Änderung der Stromkreise, der Dioden, des verwendeten Materials etc. kann daher zu einer Änderung der Reaktion auf externe Kardioversion führen. Daher kann es bei jedem

neuen Schrittmacher- oder ICD-Modell zu Interaktionen bei externer Kardioversion kommen, die bei Vorgängermodellen nicht auftraten. Aus diesem Grund sollten die unten genannten Vorsichtsmaßnahmen auch für neue implantierbare Geräte berücksichtigt werden.

7. Empfehlungen

Folgendes Vorgehen wird für die elektive elektrische Kardioversion von Vorhofflimmern bei Patienten mit implantiertem Herzschrittmacher, ICD- oder Resynchronisationssystem empfohlen (■ Tab. 4). Eine zentrale Bedeutung kommt dem Vorhandensein eines Programmiergerätes am Bett des Patienten zu, über das das System vor und nach Kardioversion abgefragt, prophylaktisch oder im Notfall die Stimulationsamplituden erhöht, in Zweifelsfällen (Vorhofflimmern terminiert?) das atriale Elektrogramm registriert und ein temporärer Overdrive programmiert werden können.

Bei Patienten mit ICD oder Resynchronisationssystem mit Defibrillator (CRT-D) sollte zunächst ein interner Kardioversionsversuch über einen R-Wellensynchronen Schock durch das implantierte System erfolgen.

Vor externer Kardioversion muss das implantierte Schrittmacher- oder ICD-System mittels Programmiergerät abgefragt werden. Dabei müssen insbesondere die Elektrodenimpedanzen und die Batteriespannung abgefragt und die Reizschwellen bestimmt und dokumentiert werden. Gegebenenfalls sollten die Stimulationsamplituden erhöht werden ($\geq 2,5$ V/0,4 ms bzw. ≥ 2 -Fache der Reizschwelle, ≥ 4 -Fache der Reizschwelle bei schrittmacherabhängigen Patienten). Das Programmiergerät sollte nach der Abfrage und während der Kardioversion angeschaltet und mit der geöffneten Anwendung am Bett des Patienten bleiben. Abfrageköpfe mit Magnet sollten nicht auf dem Schrittmacher-/ICD-Aggregat verbleiben, um eine Synchronisation des externen Schocks auf einen asynchronen Stimulus zu vermeiden und das Risiko für Interaktionen (offener Reed-Switch, höhere Empfindlichkeit des Stromkreises für externe Energie) zu minimieren. Die Elektroden bzw. Paddles für die externe

Zusammenfassung · Abstract

Kardiologie 2011 · 5:257–263 DOI 10.1007/s12181-011-0372-9
© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V.
Published by Springer-Verlag - all rights reserved 2011

C.W. Israel · B. Nowak · S. Willems · D. Bänsch · C. Butter · N. Doll · L. Eckardt · J.C. Geller · T. Klingenberg · T. Lewalter · B. Schumacher · C. Wolpert

Empfehlungen zur externen Kardioversion bei Patienten mit Herzschrittmacher oder implantiertem Kardioverter/Defibrillator

Zusammenfassung

Für die externe Kardioversion von Vorhofflimmern bei Patienten mit implantiertem Herzschrittmacher sind Komplikationen in Form passagerer oder permanenter Dysfunktion von Elektroden und Batterie mit einer Gefährdung des Patienten beschrieben. Neue Daten zeigen jedoch, dass bei modernen Schrittmacher-, ICD- und CRT-Systemen eine externe Kardioversion sicher durchgeführt werden kann, wenn einige Vorsichtsmaßnahmen eingehalten werden: 1. Kardioversion in anterior-posteriorer Elektrodenposition mit ≥ 8 cm Abstand zum Aggregat, 2. Abfrage und ggf. Reprogrammierung des Systems vor Kardioversion, 3. Belassen des ange-

schalteten Programmiergeräts am Patientenbett zur Notfallreprogrammierung, 4. Registrierung des atrialen Elektrogramms und Abfrage nach Kardioversion. Vor Entlassung und 1 Woche nach Kardioversion sollten Kontrollen des implantierten Systems erfolgen, um akut und subakut eine regelrechte Funktion zu dokumentieren.

Schlüsselwörter

Externe Kardioversion · Elektromagnetische Interferenz · Herzschrittmacher · Implantierbarer Kardioverterdefibrillator · Vorhofflimmern

Recommendations for external cardioversion in patients with implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator systems

Abstract

Cases of temporary and permanent dysfunction of implanted pacemaker leads and devices have been reported after external cardioversion of atrial fibrillation that posed a risk to the patient. New data show, however, that external cardioversion can safely be performed in contemporary pacemakers, ICD, and CRT systems if some safety measures are respected: (1) cardioversion in anterior-posterior shock electrode position with ≥ 8 cm distance of the paddles to the device, (2) interrogation and if necessary reprogramming of the system before cardioversion, (3) pres-

ence of the active programmer at bedside for emergency reprogramming, and (4) recording of the atrial electrogram and interrogation after cardioversion. Before hospital discharge and 1 week after cardioversion, devices should be controlled to verify normal function acutely and subacutely.

Keywords

External cardioversion · Electromagnetic interference · Pacemaker · Implantable cardioverter-defibrillator · Atrial fibrillation

Tab. 4 Maßnahmen vor, während und nach externer Kardioversion von Patienten mit implantiertem Schrittmacher- und ICD-/CRT-System

Maßnahmen vor externer Kardioversion
Abfrage des implantierten Schrittmacher- oder ICD-Systems mittels Programmiergerät, insbesondere Bestimmung der Elektrodenimpedanzen, der Batteriespannung und der Reizschwellen (Evidenzgrad C)
Umprogrammierung der Stimulationsamplituden ($\geq 2,5$ V/0,4 ms bzw. ≥ 2 -Fache der Reizschwelle), bei schrittmacherabhängigen Patienten auf das 4-Fache der Reizschwelle (Evidenzgrad B)
Gegebenenfalls Umprogrammierung auf eine höhere Interventionsfrequenz (z. B. 70–80/min) zur Overdrive-Suppression eines Vorhofflimmerrezidivs (Evidenzgrad C)
Bei ICD oder Resynchronisationssystem mit Defibrillator (CRT-D) zunächst interner Kardioversionsversuch über R-Wellen-synchronen Schock durch das implantierte System (Evidenzgrad C)
Maßnahmen während externer Kardioversion
Programmiergerät während der Kardioversion angeschaltet und mit geöffneter Anwendung am Bett des Patienten. Abfrageköpfe mit Magnet nicht auf dem Schrittmacher-/ICD-Aggregat platzieren (Evidenzgrad C)
Elektroden bzw. Paddles für die externe Kardioversion in anterior-posteriorer Orientierung, Abstand zum implantierten Aggregat möglichst groß (> 8 cm; Evidenzgrad B)
Biphasische Schockabgabe mit aufsteigender Energie (1×100 J, 1×150 J, 2×200 J) ist einer monophasischen Schockabgabe (1×200 J, 1×300 J, 2×360 J) vorzuziehen, ≥ 2 min Wartezeit zwischen Schockabgaben (Evidenzgrad C)
Bei Vorhofflattern zunächst Kardioversionsversuch mit niedriger Energie (z. B. 50 J) oder Versuch einer Überstimulation über das Programmiergerät (Evidenzgrad C)
Bei unklarem Oberflächen-EKG (weiterbestehendes Vorhofflimmern mit atrialem Undersensing, gehäuft supraventrikuläre Extrasystolen) Registrierung des atrialen Elektrogramms über das Programmiergerät (Evidenzgrad C)
Bei passagerem Stimulationsverlust Programmierung über das bereitstehende Gerät auf eine höhere Stimulationsamplitude (z. B. 5 V/1,5 ms; Evidenzgrad C)
Maßnahmen nach externer Kardioversion
Unmittelbar nach Kardioversion Abfrage des implantierten Systems (Ausschluss einer „Power-on-reset-Umprogrammierung“), Bestimmung der Batteriespannung, Elektrodenimpedanzen und der Reizschwellen (auch nach ineffektivem Kardioversionsversuch in der Pause vor erneutem Versuch; Evidenzgrad C)
Monitoring (EKG, Pulsoximetrie) für ≥ 1 h nach externer Kardioversion (Evidenzgrad C)
Vor Entlassung Abfrage des implantierten Systems mit Dokumentation der Programmierung und Bestimmung der Batteriespannung, Elektrodenimpedanzen und der Reizschwellen (Evidenzgrad C)
Etwas 1 Woche nach Kardioversion erneute Abfrage des implantierten Systems mit Bestimmung der Batteriespannung, Elektrodenimpedanzen und der Reizschwellen (Evidenzgrad C)

Kardioversion sollten in anterior-posteriorer Orientierung angebracht werden. Eine sternal-apikale Orientierung ist zu vermeiden, da das elektrische Feld an der Spitze der Ventrikelelektrode hierdurch die größte Antennenwirkung erzeugt und das Risiko für einen permanenten Elektrodenschaden und eine Myokardnekrose an der Elektrodenspitze am größten ist. Die Elektroden bzw. Paddles für die Kardioversion sollten einen möglichst großen Abstand zum implantierten Aggregat haben, in jedem Fall mindestens 8 cm. Eine biphasische Schockabgabe mit aufsteigender Energie (1×100 J, 1×150 J, 2×200 J) ist einer monophasischen Schockabgabe (1×200 J, 1×300 J, 2×360 J) vorzuziehen. Zwischen den Schockabgaben sollte, wann immer klinisch möglich, ein zeitli-

cher Abstand von mindestens 2 min eingehalten werden, um eine Überhitzung der Elektroden und des angrenzenden Myokards sowie eine Überlastung der Kapazität der Zener-Dioden zu vermeiden. Bei Vorhofflattern kann ein Kardioversionsversuch mit niedrigerer Energie (z. B. 50 J) oder ein Überstimulationsversuch vorgeschaltet werden.

Unmittelbar nach Schockabgabe kann das atriale Elektrogramm über das Programmiergerät dokumentiert werden, insbesondere in Fällen, wo anhand des Oberflächen-EKGs schwierig zu entscheiden ist, ob eine Kardioversion erfolgreich war (Differenzialdiagnose: Sinusrhythmus mit atrialer Stimulation oder weiter bestehendes Vorhofflimmern mit atrialer Stimulation bei Undersensing). Die Do-

kumentation kann bei neuen Systemen über eine Fernabfrage vom Programmiergerät am Patientenbett erfolgen. Wenn bei einem Schrittmacher hierzu ein Magnetkopf aufgelegt werden muss, kann es zu asynchroner Stimulation (DOO, VOO, AOO) kommen, was bei der Interpretation des EKGs zu beachten ist.

Im Fall eines passageren Stimulationsverlustes (massiver Reizschwellenanstieg) sollte der Schrittmacher über das bereitstehende Programmiergerät auf eine höhere Stimulationsamplitude umprogrammiert werden (z. B. 5 V; bei vielen Systemen sind temporär bis zu 10 V über eine Notfallfunktion programmierbar).

Bei Verdacht auf Schrittmacherfehlfunktion sollte nach Kardioversion eine Abfrage des implantierten Systems erfolgen. Hier müssen die Programmierung (Ausschluss einer „Power-on-reset-Umprogrammierung“ des Systems), Batteriespannung und Elektrodenimpedanzen abgefragt sowie die Reizschwellen kontrolliert werden. Diese Kontrolle sollte auch nach einem ineffektiven Kardioversionsversuch in der Pause vor einem erneuten Versuch durchgeführt werden, um Elektrodenschäden o. Ä. frühzeitig zu erfassen. Für den Zeitraum von mindestens 1 h nach externer Kardioversion sollte der Patient ein Monitoring (EKG, Pulsoximetrie) erhalten. Das Schrittmacher-, ICD- bzw. Resynchronisationssystem muss vor Entlassung des Patienten, frühestens aber 1 h nach Kardioversion komplett abgefragt werden. Wenn sich zu diesem Zeitpunkt keine relevanten Änderungen von Elektrodenimpedanzen oder Reizschwellen gezeigt haben, ist im Verlauf der folgenden Stunden nicht mit einem Elektrodenproblem zu rechnen. Etwas 1 Woche nach Kardioversion sollte das implantierte System noch einmal kontrolliert werden, da ein Reizschwellenanstieg verzögert auftreten kann. Dies gilt in jedem Fall für Patienten, bei denen sich vor Entlassung bereits ein Anstieg einer Reizschwelle um $\geq 0,5$ V nach Kardioversion oder ein Abfall der Elektrodenimpedanz einer Stimulationsamplitude um ≥ 50 –100 Ohm (je nach Ausgangswert) gezeigt hat. Insbesondere ein Reizschwellenanstieg der rechtsventrikulären Elektrode bei sternal-apikaler Schockrichtung (die unbe-

dingt vermieden werden soll) ist häufig progressiv.

Zusammenfassung

Das Vorhandensein eines implantierten Herzschrittmachers stellte in der Vergangenheit wegen potenzieller Elektroden- und Batteriedysfunktion eine relative Kontraindikation für eine externe Kardioversion von Vorhofflimmern dar. Dennoch wurde diese im klinischen Alltag vielfach durchgeführt. Die vorliegenden Empfehlungen beschreiben, wie bei modernen Schrittmacher-, ICD- und CRT-Systemen eine externe Kardioversion möglichst sicher durchgeführt werden kann. Dazu leistet die Beachtung einiger einfacher Maßnahmen (Kardioversion in anterior-posteriorer Elektrodenposition mit ≥ 8 cm Abstand zum Aggregat; Abfrage und ggf. Umprogrammierung vor Kardioversion, Programmiergerät am Patientenbett, Registrierung des atrialen Elektrogramms und Abfrage nach Kardioversion) einen entscheidenden Beitrag.

Korrespondenzadresse

PD. Dr. C.W. Israel
Klinik für Innere Medizin –
Kardiologie & Angiologie,
Evangelisches Krankenhaus Bielefeld
Burgsteig 13, 33617 Bielefeld
Carsten.Israel@evkb.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehungen hin: Fa. Biotronik (Vortragshonorare, Sponsoring wissenschaftlicher Studien), Fa. Boston-Scientific (Vortragshonorare, Sponsoring wissenschaftlicher Studien), Fa. Medtronic Inc. (Vortragshonorare, Advisory Board, Sponsoring wissenschaftlicher Studien), Fa. St. Jude Medical (Vortragshonorare, Sponsoring wissenschaftlicher Studien).

Literatur

- Giedwojn JO (1971) Pacemaker failure following external defibrillation. *Circulation* 44:293
- Lau FYK, Bilitch M, Wintroub HJ (1969) Protection of implanted pacemakers from excessive electrical energy of DC shock. *Am J Cardiol* 23:244–249
- Stockinger J, Arentz T, Blum T et al (1996) Elektrische Kardioversion von Vorhofflimmern bei Schrittmacherpatienten. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol* 7:137
- Altamura G, Bianconi L, Lo Bianco F et al (1995) Transthoracic DC shock may represent a serious hazard in pacemaker dependent patients. *Pacing Clin Electrophysiol* 18:194–198

- Owen PM (1983) The effects of external defibrillation on permanent pacemakers. *Heart Lung* 12:274–277
- Levine PA, Barold SS, Fletcher RD, Talbot P (1983) Adverse acute and chronic effects of electrical defibrillation and cardioversion on implanted unipolar cardiac pacing systems. *J Am Coll Cardiol* 1:1413–1422
- Gould L, Patel S, Gomes GI, Chokshi AB (1981) Pacemaker failure following external defibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 4:575–577
- Barold SS, Ong LS, Scovill J et al (1978) Reprogramming of implanted pacemaker following external defibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 1:514–520
- Das G, Eaton J (1981) Pacemaker malfunction following transthoracic countershock. *Pacing Clin Electrophysiol* 4:487–490
- Vera Z, Bommer WJ, Desai JM (1990) Ventricular fibrillation following elective cardioversion in a patient with permanent pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol* 13:568–570
- Wilke A, Noll B, Maisch B (2000) Rezidivierendes Kammerflimmern nach Defibrillation bei einem Schrittmacherpatienten. *Med Klin* 95:523–526
- Aylward P, Blood R, Tonkin A (1979) Complications of defibrillation with permanent pacemaker in situ. *Pacing Clin Electrophysiol* 2:462–464
- Das G, Staffanson DB (1997) Selective dysfunction of ventricular electrode-endocardial junction following DC cardioversion in a patient with dual chamber pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol* 20:364–365
- Dietl J, Grumbach H, Zrenner B, Sauer E (2002) Selektiver ventrikulärer Reizschwellenanstieg mit komplettem Exitblock nach elektiver externer Elektrokardioversion bei implantiertem Zweikammerschrittmacher. *Z Kardiol* 91:74–80
- Barold SS, Falkoff MD, Ong LS, Heinle RA (1991) Interference in cardiac pacemakers: exogenous sources. In: El-Sherif N, Samet P (Hrsg) *Cardiac pacing and electrophysiology*. WB Saunders, Philadelphia, S 608–633
- Botto GL, Politi A, Bonini W et al (1999) External cardioversion of atrial fibrillation: role of paddle position on technical efficacy and energy requirements. *Heart* 82:726–730
- Kirchhof P, Eckhardt L, Loh P et al (2002) Anterior-posterior versus anterior-lateral electrode positions for external cardioversion of atrial fibrillation: a randomised trial. *Lancet* 360:1275–1279
- Page RL, Kerber RE, Russell JK et al (2002) Biphasic versus monophasic shock waveform for conversion of atrial fibrillation: the results of an international randomized, double-blind multicenter trial. *J Am Coll Cardiol* 39:1956–1963
- Löscher S, Kohlweyer K, Hartmann A (2006) How safe is external cardioversion on a patient fitted with a cardiac pacemaker? A comparative study between the administration of mono- and biphasic shock. *Eur Heart J* 27(Suppl 1):466
- Israel CW, Grönefeld G, Hügl B et al (2002) External cardioversion of atrial tachyarrhythmia is safe in patients with a new DDDR device. *Europace* 3:A62
- Manegold JC, Israel CW, Ehrlich JR et al (2007) External cardioversion of atrial fibrillation in patients with implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator systems: a randomized comparison of monophasic and biphasic shock energy application. *Eur Heart J* 28:1731–1738

Ausschreibung von Preisen zur Hypertensiologie-Forschung

In Deutschland sind ca. 35 Mio. Menschen von Hypertonie betroffen. Neue Strategien für Prävention und Therapie sind daher erforderlich.

Mit der Auslobung der Wissenschaftspreise möchte die „Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL® - Deutsche Gesellschaft für Hypertonie und Prävention und die Deutsche Hypertonie Stiftung“ einen Anreiz für besonderes Forschungsengagement im Bereich der Hypertensiologie schaffen, Innovationen fördern und herausragende wissenschaftliche Leistungen honorieren.

Neben der Forschungsförderung ist es ein Anliegen, die Bevölkerung für das Problem „Bluthochdruck“ zu sensibilisieren und so gegen die hohe Dunkelziffer dieser Erkrankung anzukämpfen. Auch dieses Engagement wird durch die Ausschreibung von Preisen gefördert: Ausgeschrieben werden u. a. der „Förderpreis der Deutschen Hochdruckliga e.V. DHL® - Deutschen Gesellschaft für Hypertonie und Prävention für Sport und nicht- medikamentöse Therapie bei Bluthochdruck“, der „Foto-Wettbewerb - Communication Design Award 2011 – Motto: Meine Stadt bewegt sich“ und ein „Preis für Medizinpublizistik“.

Alle Preise und Bewerbungsfristen können auf der Homepage www.hochdruckliga.de (Stichwort: Wissenschaftspreise) eingesehen werden.

Quelle: Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL® - Deutsche Gesellschaft für Hypertonie und Prävention Deutsche Hypertonie, www.hochdruckliga.de