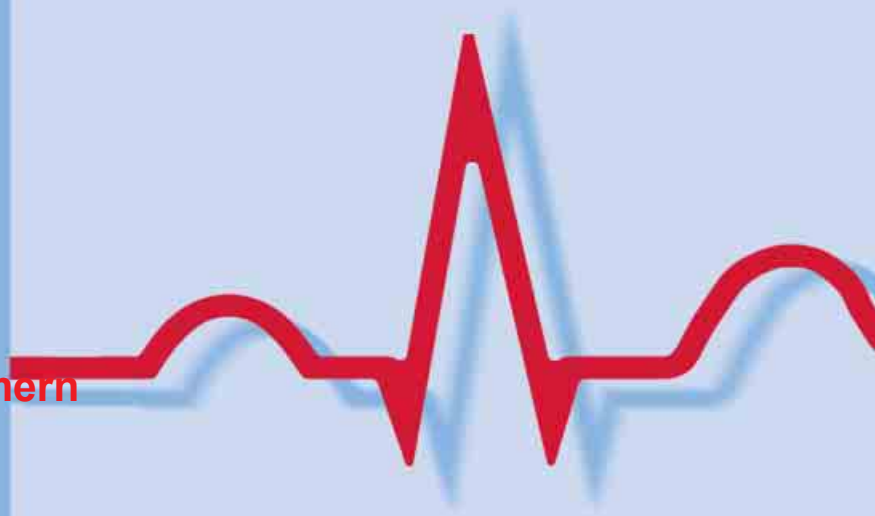
Journal für
Kardiologie
Austrian Journal of Cardiology
Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

Forum Rhythmologie



Nichterkennen von Vorhofflimmern bei Patienten mit kardialer Resynchronisationstherapie

Strohmer B, Pichler M
Schernthaner Ch

Journal für Kardiologie - Austrian Journal of Cardiology 2005; 12 (Supplementum E - Forum Rhythmologie), 3-5

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

www.forum-rhythmologie.at

Online-Datenbank mit Autoren- und Stichwortsuche

Krause & Pachernegg GmbH
Verlag für Medizin und Wirtschaft
A-3003 Gablitz

www.kup.at/kardiologie
www.forum-rhythmologie.at

Indexed in EMBASE/Excerpta Medica

P.b.b. 02Z031105M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

16. LANDSTEINER TAGUNG

SCIENCE UPDATE: HERZ, HIRN UND GEFÄSSE

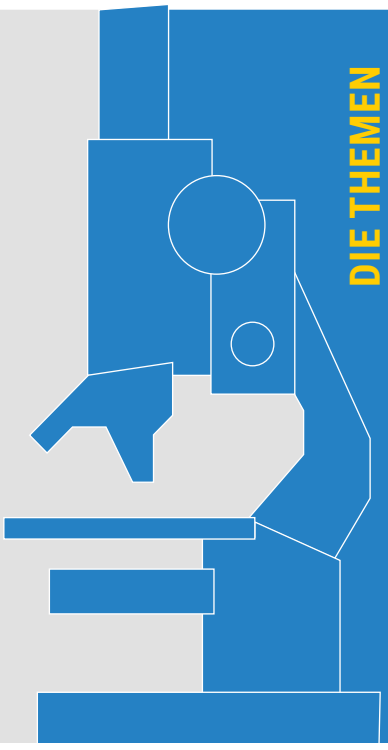
Sa, 7. Nov. 2026
ab 8:30 bis 13 Uhr

Klinik Floridsdorf,
Brünner Straße 68, 1210 Wien

ANMELDEN

Anmeldung & Information:
www.karl-landsteiner.at
events@karl-landsteiner.at

Die Teilnahme ist kostenlos.



DIE THEMEN

- Neue Methoden in der pAVK Therapie
  Thomas Rand
- Der Roboter in der Herzchirurgie
  Bernhard Winkler
- Der totalimplantierbare Herzschrittmacher
  Thomas Aschacher
- Interventionelle Septotomie
  Hubert Trnka
- Chronisches Koronarsyndrom: Revaskularisation vs konservative Therapie. Was ist prognoserelevant?
  Georg Delle-Karth
- Neues in der Sekundärprophylaxe des ischämischen Schlaganfalls
  Peter Lackner
- Vorhofflimmern 2026: Frühe Rythmuskontrolle und Antikoagulation. Was ist neu?
  Ekaterini Skyllouriotis
- Herzklappenersatz bei jungen Patientinnen und Patienten
  Dominik Wiedemann

DFP Die Veranstaltung ist mit 5 DFP-Punkten der ÖÄK approbiert (ID 1061761).

In Kooperation mit: Wiener Gesundheitsverbund | Für die Stadt Wien

Mit freundlicher Unterstützung durch: MSD INVENTING FOR LIFE

ABBOTT

HeartMate 3™ LVAD

Die LVAD-Therapie ist für ausgewählte Patient:innen mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz in den **ESC-Leitlinien 2026 nun eine Klasse I Empfehlung.**

Abbott Medical Austria GmbH | Perfektastrasse 84A | 1230 Wien | www.cardiovascular.abbott

Kurze Zusammenfassung: Bitte beachten Sie vor der Anwendung dieser Produkte die vollständige Aufzählung der Indikationen, Kontraindikationen, Warnhinweise, Vorsichtsmaßnahmen, potenziellen Komplikationen und Anwendungsvorschriften in der Gebrauchsanweisung.
© 2026 Abbott. Alle Rechte vorbehalten. | ™ Bezeichnet eine Marke der Abbott Unternehmensgruppe. | MAT-2680469 v1.0 | Dieses Dokument ist nur zur Verwendung in Österreich zugelassen.

Nichterkennung von Vorhofflattern bei Patienten mit kardialer Resynchronisationstherapie

B. Strohmer, Ch. Schernthaner, M. Pichler

Kurzfassung: Obwohl eine Intoleranz der kardialen Resynchronisationstherapie (CRT) unüblich ist, sollten entsprechende Symptome auf ihre Ursache hin genau abgeklärt werden. Atriale Tachyarrhythmien (AT) werden bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz relativ häufig beobachtet. Dieser Bericht beschreibt ein rhythmologisches Problem, welches oft unerkannt bleibt und in unserem CRT-Kollektiv bei knapp 8 % der Patienten aufgetreten ist. Paroxysmales Vorhofflattern wurde durch den CRT-Schrittmacher nicht erkannt, da jede zweite Flatterwelle exakt mit der atrialen Ausblendzeit (PVAB = postventrikuläres atriales Blanking) zusammenfiel. Dies führte zu einem Versagen der Mode-Switch-Funktion durch Nichterkennung von stabilem Vorhofflattern, welches mit sehr stabiler Zykluslänge auftrat. Dieses sog. „2:1-lock-in"-Phänomen resultierte in rascher und anhaltender biventrikulärer Stimulation, welche sich bei den betroffenen Patienten klinisch als unangenehmes Herzklopfen mit zunehmender Atemnot bemerkbar machte.

Underdetection of Atrial Flutter in Cardiac Resynchronisation Devices. Although intolerance of cardiac resynchronisation therapy is uncommon, its occurrence emphasises the need for careful follow-up of affected patients. Atrial tachyarrhythmias are commonly associated with heart failure. We report about 7 patients with paroxysmal atrial flutter that was not detected by CRT pacemakers. Alternate flutter waves coincided with atrial blanking times explaining the mode switch failure. The „2:1 lock-in" response during atrial flutter resulted in rapid sustained ventricular pacing and cardiac decompensation. **J Kardiol 2005; 12 (Suppl E, Forum Rhythmologie): 3–5.**

■ Einleitung

Atriale Tachyarrhythmien, insbesondere Vorhofflimmern und Vorhofflattern, sind eine häufige Begleiterscheinung bei Kandidaten für eine kardiale Resynchronisationstherapie (CRT). In vielen Fällen kann beobachtet werden, daß sich unter CRT das Auftreten von Vorhofarrhythmien reduziert. Als Mechanismen dafür kommen primär die verbesserte linksventrikuläre Auswurfleistung sowie eine Abnahme der Mitralklappeninsuffizienz in Frage. In der klinischen Praxis stellt allerdings Vorhofflimmern die häufigste Ursache für eine Unterbrechung der biventrikulären Stimulation durch rasche Überleitung dar [1]. Antiarrhythmisch wirksame Medikamente, vor allem sog. Klasse-III-Antiarrhythmika, sind in der Lage, Vorhofflimmern durch Regularisierung der „multiple wavelets" in Vorhofflattern überzuführen.

Der folgende Bericht beschreibt die Nichterkennung von Vorhofflattern bei Patienten mit implantierten CRT-Geräten. Das beobachtete Phänomen hat klinische Bedeutung, da die ausbleibende Mode-Switch-Aktivierung bei allen Patienten zu einer Aggravation der Herzinsuffizienzsymptomatik führte.

■ Patienten und Methoden

Aus einer Gruppe von 55 Patienten mit implantierten CRT-Geräten wurden insgesamt 7 Patienten (sechs Männer, eine Frau, mittleres Alter 60 ± 11 Jahre) notfallmäßig in unser Spital eingewiesen. Alle Patienten waren durch eine Symptomatik charakterisiert, welche sich durch eine Verschlechterung ihrer Herzinsuffizienz erklärte. Einige Patienten klagten über Palpitationen, andere über zunehmende Kurzatmigkeit und pektanginöse Beschwerden. Sechs Patienten hatten einen CRT-Schrittmacher implantiert, ein Patient einen CRT-Defibrillator (ICD). Die bei Geräteabfrage programmierten Parameter der betroffenen CRT-Geräte sind in Tabelle 1 aufgelistet. Es ist darauf hinzuweisen, daß bei allen Geräten die automatische Mode-Switch-Funktion aktiviert war.

Tabelle 1: Programmierung der CRT-Schrittmacher mit Mode-Switch-Versagen infolge Nichterkennung von Vorhofflattern (sog. „2:1-lock-in"-Phänomen).

Pat. Nr.	CRT-Modell	VH-Flattern CL (ms)	V-Frequenz	MTR (ppm)	MS-Frequenz	AVI (ms)	PVAB (ms)	PVARP (ms)
1	M 8042	250	120	130	150	130	180	310
2	M 7277	280	107	120	150	120	150	260
3	M 8042	240	125	130	140	120	150	250
4	M 8042	240	125	130	150	120	170	280
5	G 1241	220	136	140	180	140	80	250
6	G 1241	240	125	130	140	130	120	250
7	M 8042	250	120	130	150	120	150	250

M = Medtronic, M 8042 = Medtronic InSync III, G 1241 = Guidant Contak TR.

CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie. VH-Flattern CL = Vorhofflattern Zykluslänge, V-Frequenz = Ventrikel-Frequenz, MTR = Maximal Tracking Rate, MS = Mode-Switch, AVI = AV-Intervall, PVAB = postventrikuläres atriales Blanking, PVARP = postventrikuläre atriale Refraktärzeit, ms = Millisekunden, ppm = paces per minute, bpm = beats per minute

Die zugrundeliegende Herzerkrankung war in drei Fällen eine ischämische Kardiomyopathie und bei vier Patienten eine dilatative Kardiomyopathie. Die mittlere linksventrikuläre Auswurffraktion betrug 25 ± 8 %. Vier der sieben Patienten hatten eine Anamnese mit paroxysmalem Vorhofflimmern. Alle Patienten waren mit optimaler medikamentöser Therapie vorbehandelt und auf ACE-Hemmer bzw. Betablocker eingestellt. Vier Patienten wurden mit Amiodaron und Digitalis behandelt.

■ Ergebnisse

Bei allen sieben Patienten führte die rasche und anhaltende ventrikuläre Stimulation während nichterkanntem Vorhofflattern zu kardialer Dekompensation. Das Oberflächen-EKG

Eingelangt am 29. August 2005; angenommen am 22. September 2005.
Aus den Salzburger Landeskliniken, Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Universitätsklinik für Medizin II mit Kardiologie, Salzburg
Korrespondenzadresse: Dr. Bernhard Strohmer, Universitätsklinik für Medizin II mit Kardiologie, Salzburger Landeskliniken, Paracelsus Medizinische Privatuniversität, A-5020 Salzburg, Müllner Hauptstraße 48; E-Mail: b.strohmer@salk.at

For personal use only. Not to be reproduced without permission of Krause & Pachernegg GmbH.

bei Aufnahme zeigte biventrikulär stimulierte Kammerkomplexe mit einer mittleren Frequenz von 123 ± 9 ppm (Abb. 1). Die Abfrage der CRT-Geräte ergab ein regularisiertes Vorhofflattern mit einer mittleren Zykluslänge von 246 ± 18 ms (Streubreite 220–280 ms), welches während der Online-Telemetrie über die rechtsatriale Elektrode wahrgenommen wurde. Das Nichtansprechen der Mode-Switch-Funktion war in allen Fällen bedingt durch die Koinzidenz jeder zweiten Flatterwelle mit dem atrialen Blanking-Intervall (PVAB 143 ± 43 ms, Streubreite 80–180 ms). Während dieses Intervalls ist der Schrittmacher im Atrium absolut blind und kann kein Signal wahrnehmen (Abb. 2). Der Patient mit dem CRT-Defibrillator zeigte schließlich eine Unterbrechung der akzelerierten biventrikulären Stimulation, nachdem der PR-Logic™-Algorithmus zum automatischen Mode-Switch führte. Zu diesem Zeitpunkt war die Vorhofflatter-Zykluslänge bereits geringfügig länger als die Summe des AV-Intervalls und der PVAB-Zeit. Eine Umprogrammierung der CRT-Geräte war in allen Fällen notwendig, um eine verläßliche Mode-Switch-Funktion während nachfolgender atrialer Tachyarrhythmien zu gewährleisten (Abb. 3).

Das Vorhofflattern wurde bei drei Patienten mit externer elektrischer Kardioversion erfolgreich terminiert. Ein Patient wurde intern über den liegenden ICD mit niedriger Energie in den Sinusrhythmus kardiovertiert. Überstimulation von Vorhofflattern ist nur in einem Fall gelungen, zwei Patienten wurden elektiv einer Vorhofflatter-Isthmusablation zugeführt, um weiteren Rezidiven vorzubeugen.

■ Diskussion

Paroxysmales Vorhofflimmern ist eine hochfrequente, niedrigamplitudige Rhythmusstörung, welche *per se* eine Herausforderung für jegliche Mode-Switch-Algorithmen darstellt [2]. Wir beobachteten bei einigen Patienten mit CRT eine spezielle Form des Mode-Switch-Versagens, das sog. „2:1-lock-in"-Phänomen. Diese Form des Mode-Switch-Versagens ist oft schwierig von 1:1-Tracking bei Sinustachykardie oder aber von einer pacemakerinduzierten (PMT-) Tachykardie zu unterscheiden, solange nicht der zugrundeliegende Vorhofrhythmus bekannt ist. Eine Unterbrechung des sich selbst aufrecht erhaltenden Wahrnehmungsblocks konnte nur durch Umprogrammierung der entsprechenden Schrittmacher-Zeitintervalle erreicht werden. In Kenntnis der kritischen Schrittmacher-Zeitintervalle ist es möglich, die Voraussetzungen für das Auftreten eines sog. „2:1-lock-in"-Phänomens zu definieren [3]:

1. Wenn die Summe des AV-Intervalls und der PVAB länger als die atriale Zykluslänge ist, kommt es zur atrialen 2:1-Wahrnehmung von Vorhofflattern.

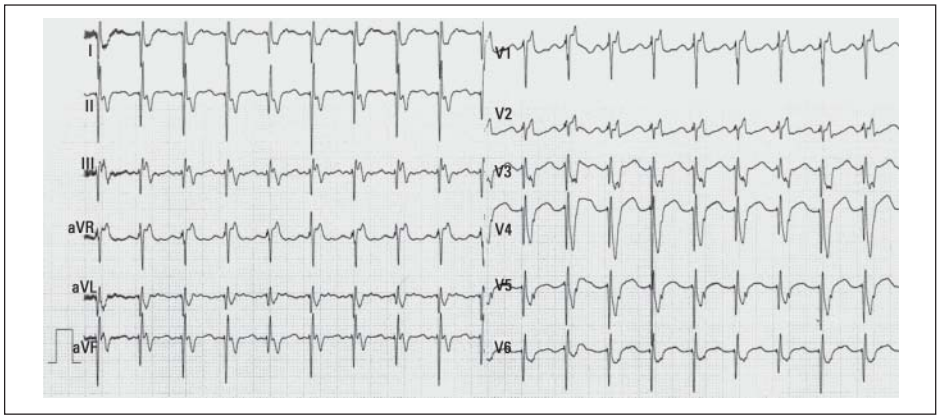


Abbildung 1: Das 12-Ableitungs-EKG (25 mm/sec) von Patient Nr. 7 zeigte bei Aufnahme das Bild einer Sinustachykardie mit biventrikulärer Stimulation mit einer Frequenz von 120 Aktionen/Min.

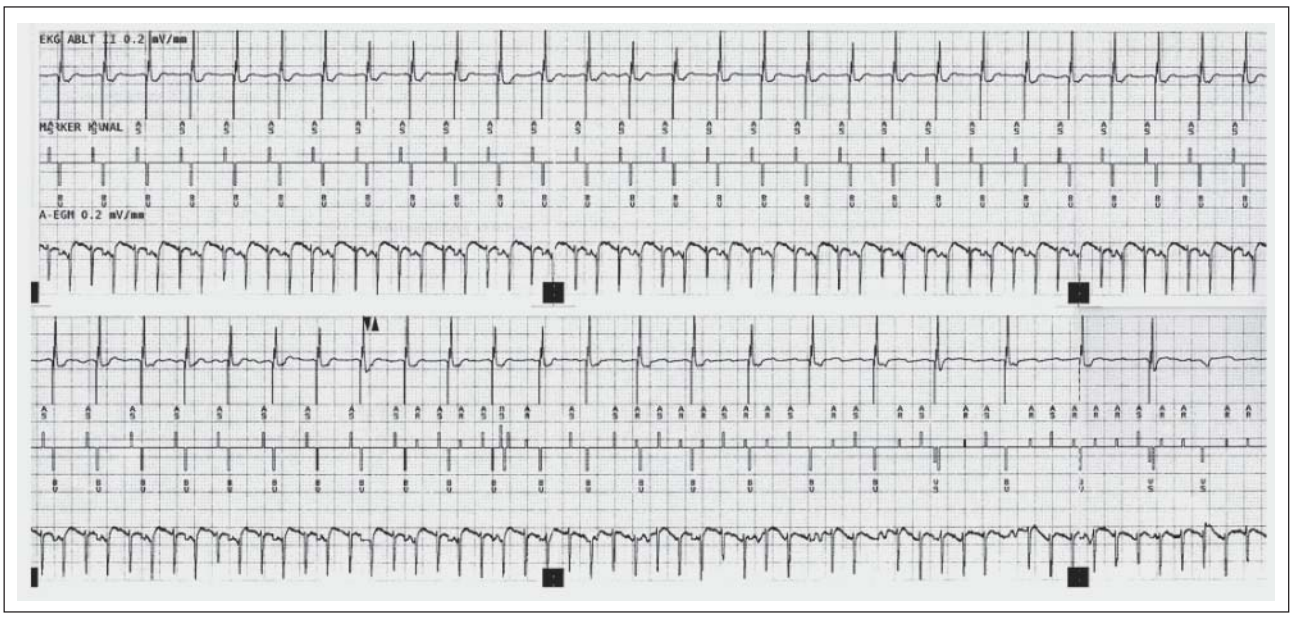


Abbildung 2: Obere Hälfte: Das Oberflächen-EKG (Abl. II) und die Annotationen im Marker-Kanal (darunter) sprachen für reguläres P-wave-Tracking wie bei einer Sinustachykardie. Das bipolare atriale Elektrogramm (A-EGM) hingegen dokumentierte Vorhofflattern mit einer Zykluslänge von 250 ms (240/min). Jede zweite Flatterwelle war im postventrikulären atrialen Blanking (PVAB) versteckt, welches mit 150 ms programmiert war. **Untere Hälfte:** Der Mode-Switch (MS) aktivierte sich erst nach Umprogrammierung des CRT-Schrittmachers (kurze Pfeile) dahingehend, daß die Summe aus AV-Intervall (120 ms) plus PVAB (110 ms) kürzer als die Zykluslänge des Vorhofflatterns (250 ms) war.

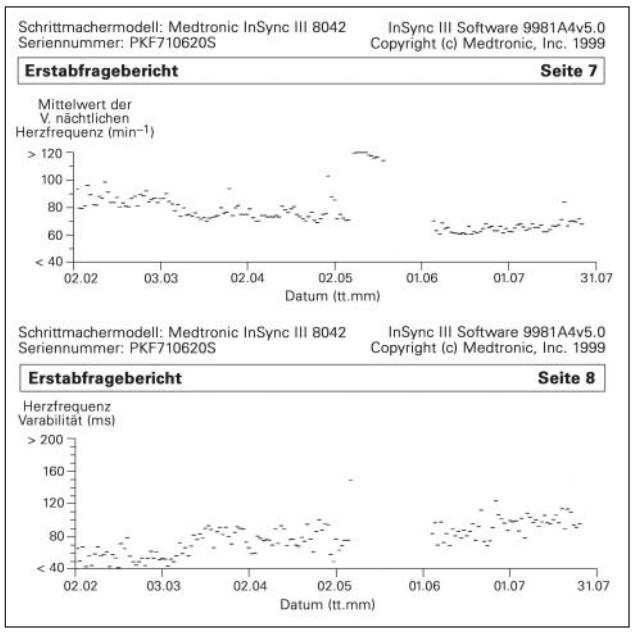


Abbildung 3: Oben: Das Mode-Switch-Versagen manifestierte sich im Intervallplot des CRT-Schrittmachers in einem deutlich erhöhten Mittelwert der ventrikulären Herzfrequenz von über 120/min während der Nachtstunden. **Unten:** Mit Auftreten des „2:1-lock-in"-Phänomens während paroxysmalen Vorhofflatterns kam es zu einer abrupten Abnahme der Herzfrequenzvariabilität < 40 ms im Vergleich zum Sinusrhythmus (Daten von Patient Nr. 7).

2. Wahrnehmung von alternierenden Vorhoffsignalen tritt auf, wenn das AV-Intervall plus die PVARP kürzer ist als zwei atriale Zyklen.
3. Die Mode-Switch-Wahrnehmungsfrequenz muß größer sein als die Hälfte der Vorhofflatterfrequenz.
4. Die maximale Tracking-Frequenz (MTR) muß größer sein als die Hälfte der Vorhofflatterfrequenz.

Der Einfluß der programmierten atrialen Ausblendzeit (PVAB) ist entscheidend für die regelrechte Wahrnehmung von regularisierten atrialen Tachyarrhythmien. Bei biventrikulärer Stimulation wird das AV-Intervall üblicherweise kurz programmiert, um eine volle ventrikuläre Präexzitation zu erzielen. Für den maximalen Effekt der CRT wird die Optimierung der AV-Zeiten standardgemäß mittels Doppler-Echokardiographie durchgeführt. Eine Verkürzung der AV-Zeiten ist zumeist kontraproduktiv und stellt insgesamt keine praktikable Lösung dar, um die Detektion von Vorhofflattern zu verbessern.

Eine Verkürzung der PVAB hingegen kann das Problem der Nichterkennung von Vorhofflattern lösen, soferne kein Farfield-Sensing der intrinsischen oder stimulierten R-Welle bzw. auch kein ventrikuloatrialer Crosstalk vorliegt. VA-Crosstalk könnte zum Beispiel durch die Wahrnehmung des ventrikulären Stimulationsartefaktes über den atrialen Eingangsverstärker erfolgen. Für eine zuverlässige Detektion von Vorhofflimmern bzw. Vorhofflattern wird daher empfohlen, die PVAB möglichst kurz zu programmieren, um das Fenster für die atriale Wahrnehmung maximal zu öffnen. Im Fall einer nichtsimultanen, biventrikulären Stimulation mit individuell optimiertem V-V-Intervall könnten der Verkürzung der PVAB möglicherweise Grenzen gesetzt sein.

Eine Reduktion der MTR unter die Hälfte der Vorhofflatter-Frequenz könnte eine Option darstellen, die 2:1-Wahrnehmung in Richtung obere Wenckebach-Frequenz zu verschieben. Die Herabsetzung der oberen Tracking-Frequenz würde bei dem vorhofgesteuerten System allerdings eine vorzeitige Wenckebach-Antwort vor allem bei jenen Herzinsuffizienz-Patienten begünstigen, die trotz Betablocker-Therapie zur Sinustachykardie neigen. Daher ist für die CRT prinzipiell zu empfehlen, eine relativ hohe MTR zu programmieren, um dieser ungünstigen Antwort mit Verlust der biventrikulären Stimulation vorzubeugen. Eine Programmierung der Mode-Switch-Wahrnehmungsfrequenz unter die Hälfte der Vorhofflatter-Frequenz würde das sog. „2:1-lock-in"-Phänomen komplett unterbinden. Der Mode-Switch könnte dann allerdings bei Patienten mit normaler Sinusfunktion bereits während einer moderaten Sinustachykardie auftreten.

In diesem Zusammenhang muß auch darauf hingewiesen werden, daß selbst eine AV-Knoten-Ablation, welche für therapierefraktäres paroxysmales Vorhofflimmern zusammen mit der Implantation eines biventrikulären Schrittmacherssystems durchgeführt wird, keine absolute Garantie für eine effiziente Herzfrequenzkontrolle darstellt. Bei Auftreten von Vorhofflattern kann es wie oben dargestellt zum unerwünschten „2:1-lock-in"-Phänomen mit akzelerierter Stimulation im Ventrikel kommen. Diese Form des Mode-Switch-Versagens tritt vor allem bei jenen Patienten auf, die zur Frequenzkontrolle auf antiarrhythmische Medikamente (Klasse-III-Antiarrhythmika) eingestellt wurden und somit eine höhere Wahrscheinlichkeit für regularisierte atriale Tachyarrhythmien aufweisen. Unsere Ergebnisse untermauern somit die Bedeutung von nichtpharmakologischen Verfahren zur Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung des normalen Sinusrhythmus bei CRT-Patienten. Die Möglichkeit einer cavotrikuspidalen Isthmus-Ablation von typischem Vorhofflattern stellt unter diesem Gesichtspunkt eine nützliche adjunktive Therapieform dar.

■ Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Nichterkennung von Vorhofflattern zur anhaltenden und forcierten ventrikulären Stimulation bei Patienten mit CRT führen kann. Diese Malfunktion ist von klinischer Bedeutung, da sie bei den betroffenen Patienten zu einer raschen Verschlechterung der funktionellen NYHA-Klasse führt. Die Interaktion zwischen kritischen Timing-Intervallen des Schrittmachers und der Zykluslänge des Vorhofflatterns kann zu dauerhafter Fehlerkennung dieser Rhythmusstörung führen. Es bleibt zu wünschen, daß die Hersteller speziell entwickelte, protektive Algorithmen, wie zum Beispiel den Blanked-Atrial-Flutter-Search-Algorithmus, zukünftig auch in die CRT-Geräte integrieren werden. Patienten, die sich unter der kardialen Resynchronisationstherapie plötzlich verschlechtern oder eine Intoleranz der CRT entwickeln, sollten einer profunden klinischen Abklärung unterzogen werden, die vor allem auch eine Geräteabfrage in Hinblick auf ein Mode-Switch-Versagen beinhalten sollte.

Literatur:

1. Knight BP, Desai A, Coman J, Faddis M, Yong P. Long-term retention of cardiac resynchronization therapy. J Am Coll Cardiol 2004; 44: 72–7.

2. Israel CW. Analysis of mode switching algorithms in dual chamber pacemakers. Pacing Clin Electrophysiol 2002; 25: 380–93.

3. Goethals M, Timmermans W, Geelen P, Backers J, Brugada P. Mode switching failure during atrial flutter: the '2:1 lock-in' phenomenon. Europace 2003; 5: 95–102.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☑ Medizintechnik-Produkte

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

Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH

Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH

InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

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

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

☑ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

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

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum **Disclaimers & Copyright** **Datenschutzerklärung**