

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Korrekte Detektion atrialer Arrhythmien als
Voraussetzung für eine fehlerfreie Mode
Switch-Funktion bei Patienten mit
AV-sequentiellen Schrittmachersystemen**

Gruska M, Gaul GB, Kainz W, Sipötz H

Journal für Kardiologie - Austrian Journal

of Cardiology 2002; 9 (Supplementum B), 2-6

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

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

www.kup.at/kardiologie

Indexed in EMBASE/Excerpta Medica

Veranstungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Korrekte Detektion atrialer Arrhythmien als Voraussetzung für eine fehlerfreie Mode Switch-Funktion bei Patienten mit AV-sequentiellen Schrittmachersystemen

M. Gruska, W. Kainz, H. Sipötz, G. B. Gaul

Kurzfassung: Moderne Zweikammer-Schrittmachersysteme besitzen eine Mode-Switch-Funktion, die gewährleisten soll, daß wahrgenommene atriale Tachyarrhythmien nicht zu einer Kammerstimulation an der programmierten oberen Grenzfrequenz führen. Voraussetzung für ein adäquates Funktionieren dieses Algorithmus ist aber ein möglichst ungestörtes Sensing im Vorhof, welches üblicherweise durch verschiedenste Überlagerungen, so vor allem durch ventrikuläre Fernfeld-Signale oder durch extrakardiale Störsignale (z. B. Myopotentiale oder elektromagnetische Interferenzen), beeinträchtigt werden kann. Zusätzlich sollte die atriale Empfindlichkeit so eingestellt sein, daß auch jene atrialen Arrhythmien, deren Signalamplitude im Vergleich zum Sinusrhythmus oftmals wesentlich kleiner ist, erkannt werden können. Um die Fernfeld-Signale effektiv zu unterbinden, kann das postventrikuläre atriale Blanking so programmiert werden, daß das ventrikuläre Fernfeld-Signal in diese „blinde“ Periode fällt. Es wird ein Test vorgestellt, mit dem die geeignete Programmierung für die entsprechenden Parameter leicht und schnell herausgefunden werden kann, um eine adäquate, durch ventrikuläre Fernfeld-Signale ungestörte Mode-Switch-Funktion zu erreichen.

Patienten, bei denen wegen eines Brady-Tachy-Syndroms die Indikation zur DDDR-Stimulation bestand, wurde ein Zweikammer-Schrittmachersystem vom Typ IDENTITY™ DR (St. Jude Medical) implantiert, der ge-

genständige Test vor der Entlassung durchgeführt, die damit erhobenen Werte permanent programmiert und diese Programmierung letztendlich während eines 48-Stunden-Holter-Monitorings auf ihre Effizienz überprüft. Diese Überprüfung ergab, daß alle im Holter dokumentierten atrialen Tachyarrhythmien seitens der implantierten Aggregate bei einer programmierten atrialen Sensitivität von 0,2 mV korrekt detektiert wurden, kein atriales Undersensing auftrat, gleichzeitig aber auch keine Detektion ventrikulärer Fernfeld-Signale oder ein Oversensing extrakardialer Potentiale zu beobachten war. Abschließend wird – basierend auf diesen Daten – eine adäquate Programmierung der wichtigsten Parameter vorgeschlagen.

Abstract: Correct Detection of Atrial Arrhythmias as Prerequisite of Faultless Mode Switch Function in Patients with AV Sequential Pacemaker Systems. Dual chamber pacemaker systems nowadays provide a mode switch function which should avoid rapid stimulation in the ventricle upon occurrence of atrial tachyarrhythmias. However, correct function of this modern algorithm depends on a rather undisturbed atrial sensing. Malfunction of atrial sensing might be due to the presence of extraatrial potentials like ventricular far-field signals or even extracardial electrical noise (e.g. myopotentials or electromagnetic fields). Furthermore, it has been shown that the signal magni-

tude during atrial tachyarrhythmia is often substantially reduced when compared to sinus rhythm. Thus for an adequate mode switching a sufficient programmed atrial sensitivity is as mandatory as the avoidance of the detection of ventricular far-field potentials. This can be achieved by extending the duration of the post ventricular atrial blanking period just behind the occurrence of the ventricular far-field sensing in the atrial channel. Based on these findings, a new test is proposed to find out the optimal pacemaker program settings in order to exclude inadequate mode switchings.

Patients with symptomatic sick sinus syndrome and frequent atrial tachyarrhythmias were referred to DDDR pacemaker implantation with the IDENTITY™ DR (St. Jude Medical) device. Upon hospital discharge, the proposed test was performed, the pacemaker was permanently programmed according to the values obtained and the efficiency of the program settings was assessed during a 48 hour Holter monitoring. With a programmed trial sensitivity of 0.2 mV all atrial tachyarrhythmias (as documented by Holter) were detected correctly by the implanted device, no atrial undersensing occurred and ventricular far-field sensing as well as sensing of extracardial noise possibly resulting in an inadequate mode switching was effectively excluded. Finally, a proposal for pacemaker programming in order to avoid false mode switching is given.

J Kardiol 2002; 9 (Suppl B): 2-6.

Einleitung

Seit einigen Jahren haben Zweikammer-Herzschrittmacher auch den Auto-Mode-Switch (AMS) als Standardfunktion. Dieser Algorithmus gewährleistet, daß das System beim Auftreten einer atrialen Tachyarrhythmie diese nicht auf den Ventrikel überleitet und damit auch nicht weiter an der programmierten oberen Grenzfrequenz in der Kammer stimuliert, sondern durch selbständiges Umschalten des Stimulationsmodus (zumeist DDI[R]) die Triggerung der AV-Sequenz für die Dauer der Arrhythmie selbständig wegnimmt. Durch den dabei auftretenden Verlust der Vorhof-Ventrikel-Synchronität kann der Patient beim Umschalten in den DDI(R)-Modus z. B. einen Leistungsabfall spüren. Da der AMS durch die wahrgenommene Vorhofaktivität gesteuert wird, ist die verlässliche und adäquate Wahrnehmung der Vorhofsignale eine wesentliche Voraussetzung für eine korrekte Funktion.

Die elektrischen Signale, die durch die Vorhofelektrode erfaßt werden, sind ein Konglomerat aus

- nativen P-Wellen,
- ventrikulären Fernfeldsignalen (FFS), die außerhalb des Vorhofs generiert werden,
- Myopotentialen, die außerhalb des Herzens entstehen, und
- elektromagnetischen Interferenzen bzw. Störsignalen, welche außerhalb des Körpers entstehen.

Die relative Intensität dieser Signalkomponenten und damit die Beschaffenheit jenes Signals, das der Herzschrittmacherlogik in weiterer Folge zur Interpretation zur Verfügung steht, ist dabei von mehreren Faktoren abhängig, z. B.

- programmierte Empfindlichkeit,
- Polaritätskonfiguration,
- Position der Elektrode,
- Charakteristik des Eingangsfilters des Herzschrittmachers.

Die Eigenschaft moderner Schrittmachersysteme, auch innerhalb der programmierten relativen atrialen Refraktärzeit Signale aus dem Vorhof wahrzunehmen, verstärkt die Notwendigkeit, diese Signale nach dem Ort ihrer Herkunft zu diskriminieren. Zwar können Potentiale, die außerhalb des Körpers entstehen, durch die eingebauten Filter sehr gut abgeschirmt werden, aber es hat sich in der Vergangenheit gezeigt, daß atriales Oversensing ventrikulärer Fernfeldsignale (FFS) einen fehlerhaften AMS auslösen kann [1], selbst bei einer bi-

Aus der 2. Medizinischen Abteilung, Kardiologie, Hanusch-Krankenhaus, Wien
Korrespondenzadresse: OA Dr. med. Michael Gruska, 2. Medizinische Abteilung, Kardiologie, Hanusch-Krankenhaus, Heinrich-Collin-Straße 30, 1140 Wien
E-Mail: michael.gruska@wgkk.sozvers.at

polaren Elektrodenkonfiguration [2]. Die meisten inadäquaten AMS resultieren aus einem FFS [3].

Wird ein inadäquates AMS-Verhalten aufgrund eines FFS festgestellt, so bieten die neueren Zweikammer-Schrittmachersysteme die Möglichkeit, dies durch geeignete Programmierung entsprechender Zeitsteuerungsparameter zu unterbinden. Es sollte dabei gewährleistet sein, daß der atriale Eingangskanal bis unmittelbar nach dem ventrikulären Ereignis „blind“ bzw. refraktär ist. Dieser programmierbare Wert wird als **Post-Ventrikuläres Atriales Blanking (PVAB)** bezeichnet. Die Möglichkeit, dieses PVAB innerhalb gewisser Grenzen für einen individuellen Patienten zu programmieren, stellt daher eine essentielle Funktion jedes modernen Herzschrittmachers dar. Dabei ist jedoch folgendes zu beachten:

Je kürzer die PVAB, umso genauer und effektiver arbeitet auch der AMS-Algorithmus [4]. Je länger die PVAB, umso eher wird ventrikuläres FFS ausgeschlossen und umso besser ist damit der Schutz vor einem inadäquaten AMS.

Bei der Bewertung von atrialen Tachyarrhythmien, wie Vorhofflattern, Vorhofflimmern oder anderen Tachyarrhythmien, ist man auf eine korrekte Detektion dieser Arrhythmien durch den Schrittmacher angewiesen. Dabei ist jedoch die Programmierung von entscheidender Bedeutung. Ein geeignetes Werkzeug zur Evaluierung der vom Schrittmacher detektierten Ereignisse stellen die speicherbaren intrakardialen Elektrogramme (IEGM) dar. Für eine adäquate Detektion atrialer Arrhythmien ist die optimale Einstellung folgender Parameter notwendig:

- atriale Empfindlichkeit
- postventrikuläre atriale Refraktärzeit (PVARP)
- postventrikuläres atriales Blanking (PVAB)
- atriale Tachykardieerkennungsfrequenz (ATDR)
- Polarität

Rationale

Ziel der folgenden Untersuchung war es, die Wechselwirkung der oben beschriebenen Parameter im Alltag bei Patienten mit atrialen Arrhythmien mit Hilfe des neuen Herzschrittmachers IDENTITY™ DR zu testen. Ein weiteres Ziel war die Evaluierung und Validierung eines AMS-FFS-Tests als effektives Mittel zur Bestimmung des optimalen PVAB.

Methodik

AMS-FFS-Test

Der AMS-FFS-Test ist sehr einfach durchzuführen, dabei sollten jedoch folgende Punkte unbedingt beachtet werden:

- effektive ventrikuläre Stimulation
- Vermeidung von Fusionsschlägen
- Vermeidung von Pseudofusionsschlägen

Weiters sollte eine durchgehende atriale und ventrikuläre Stimulation gewährleistet sein, und die AV-Zeit sollte so kurz programmiert werden, daß keine ventrikulären Fusionen oder Pseudofusionen auftreten. Mit der folgenden Programmierung soll ein maximal schneller AMS durch FFS provoziert werden. Zunächst wird die Grundfrequenz auf 90 bpm, die obere Grenzfrequenz auf 105 bpm, die atriale Tachykardieerkennungsfrequenz auf 125 bpm, die atriale Empfindlichkeit auf 0,2 mV und die PVAB auf 60 ms programmiert. Wird unter diesen Bedingungen ohne Vorhandensein einer atrialen Tachyarrhythmie ein FFS detektiert, so schaltet der Schrittmacher nach einigen Zyklen automatisch in einen falsch-positiven AMS. Nun wird die PVAB so lange schrittweise verlängert, bis kein AMS mehr auftritt. Dieser Test kann auch bei einer vorhofgesteuerten ventrikulären Stimulation durchgeführt werden. Da in den vorliegenden Fällen der eigene QRS-Komplex wesentlich schmä-

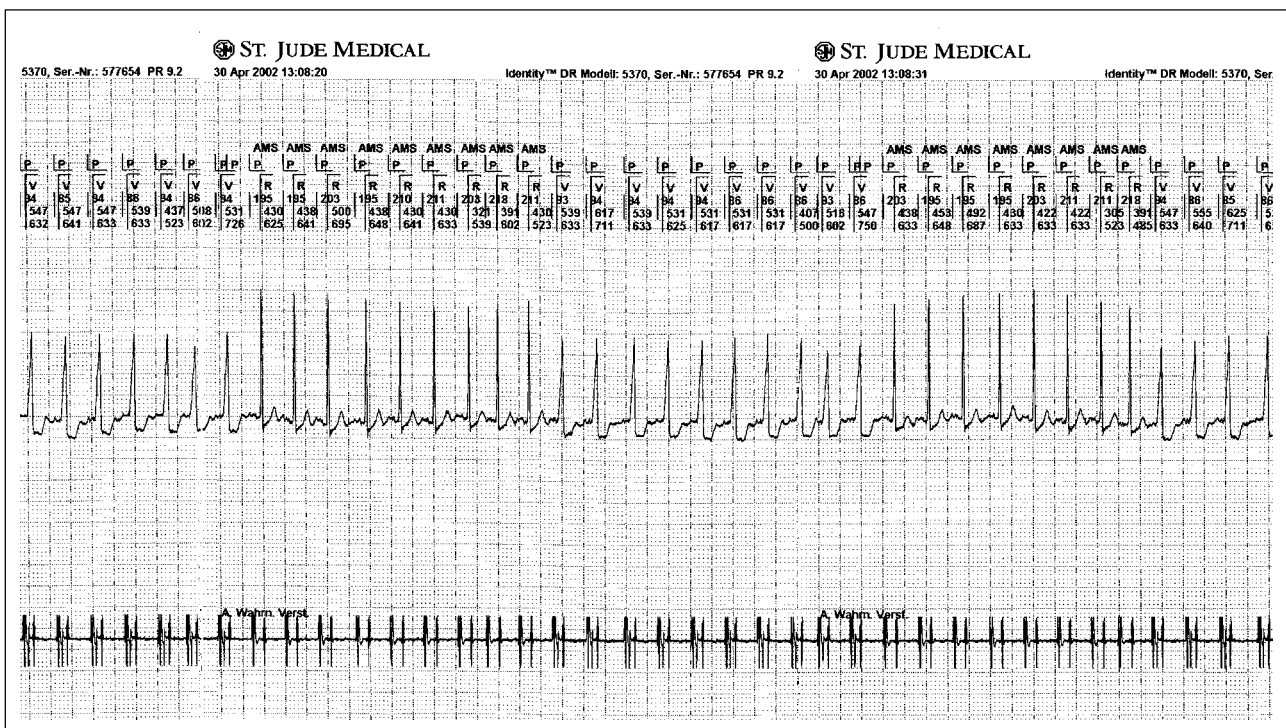


Abbildung 1: Ausdruck des Oberflächen-EKGs mit atrialem EGM während des AMS-FFS-Tests (continuous printing: 12,5 mm/s). Sondenposition: niedriges Septum; PVAB: 60 ms; atriale Empfindlichkeit: 0,2 mV

ler war als der stimulierte Kammerkomplex und damit das FFS bei ventrikulärer Stimulation später auftrat als bei spontaner Kammeraktivität, wurde auf die Durchführung des Tests bei eigener AV-Überleitung verzichtet. Trat im Rahmen des AMS-FFS-Tests erstmalig kein falsch-positiver AMS auf, so wurde zu der aktuell programmierten PVAB eine Sicherheitsmarge von 25 ms addiert und dieser Wert permanent programmiert.

Nach Durchführung des AMS-FFS-Tests wurde eine 48-Stunden-Beobachtungsphase angeschlossen, während der die Qualität der Programmierung überprüft wurde. Dazu wurden folgende Analysehilfsmittel herangezogen:

- AMS-Histogramm
- Zustands- und Frequenzhistogramm
- Speicherbare IEGM mit einer Dauer von bis zu 160 Sekunden.
- 48 h dauernde externe Holter-Aufzeichnung (Schrittmachersystemzeit und Recordersystemzeit wurden in jedem Fall synchronisiert)

Die im externen Holter dokumentierten atrialen Tachyarrhythmien wurden mit den Daten aus dem Herzschrittmacher (AMS, Histogramme und IEGM) verglichen. Amplitude und Dauer der FFS wurden mittels IEGM bewertet.

Ergebnisse

Bei allen Patienten traten trotz unterschiedlicher FFS (Amplitude und/oder Dauer des Signals) keine falsch-positiven AMS-Episoden auf. Alle im externen Holter dokumentierten atrialen Arrhythmien wurden durch die Schrittmacheralgorithmen korrekt detektiert. Es konnte weder ein Undersensing von atrialen Arrhythmien noch ein Oversensing von Myopotentialen beobachtet werden.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen einen Ausdruck während des AMS-FFS-Tests. Durch die septale Elektrodenposition ist das FFS größer als 0,2 mV und führt bei einer PVAB von 60 ms zu einem falsch-positiven AMS. Durch Umprogrammierung auf PVAB 150 ms wird das FFS nicht mehr wahrgenommen und damit ein falsch-positiver AMS erfolgreich verhindert. Dieses Ergebnis wurde durch die anschließende Überprüfung mit der Schrittmacherdiagnostik und dem 48stündigen externen Holter validiert.

Abbildung 3 zeigt das FFS nach ventrikulärer Stimulation und nach eigenem QRS-Komplex. Das FFS nach ventrikulärer Stimulation tritt aufgrund des breiteren QRS-Komplexes nach Stimulation später auf. Das programmierte PVAB deckt somit beide wahrgenommenen FFS ab.

Die Abbildung 4 zeigt den Ausdruck eines vom Schrittmacher abgespeicherten IEGM. IEGM-Trigger: AMS-Anfang; ATDR: 200 bpm; atriale Empfindlichkeit: 0,2 mV; PVAB: 180 ms; Dauer: 12 s; Kanal: A.Spitze–V.Spitze. Aufgrund der atrialen Tachyarrhythmie über 200 bpm schaltet der Schrittmacher in den AMS. Die wahrgenommenen atrialen Ereignisse werden durch die Marker „P“ angezeigt. Wird ein atriales Signal in der Refraktärzeit wahrgenommen, so wird das „P“ schwarz unterlegt. Es wurde kein FFS wahrgenommen, und die Umschaltung in den AMS war korrekt.

Aufgrund der erhobenen Daten können folgende Programmierempfehlungen gegeben werden:

Atriale Empfindlichkeit

Mit der Programmierung der atrialen Empfindlichkeit wird, wie bereits erwähnt, nicht nur die Wahrnehmung atrialer Ereignisse, sondern auch die Detektion von Störsignalen gesteuert. Mehrere Studien konnten zeigen, daß die atriale Empfind-

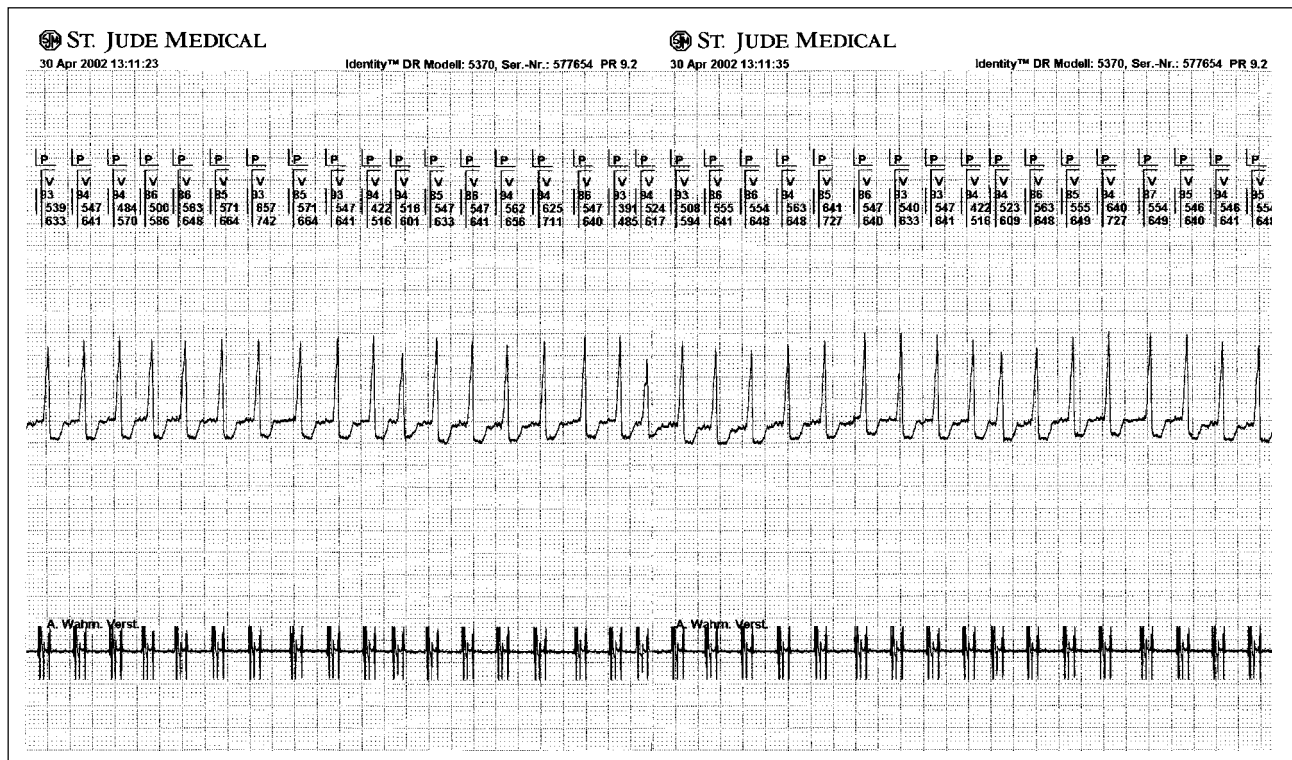


Abbildung 2: Ausdruck des Oberflächen-EKGs mit atrialem EGM während des AMS-FFS-Tests (continuous printing: 12,5 mm/s). Sondenposition: niedriges Septum; PVAB: 150 ms; atriale Empfindlichkeit: 0,2 mV

lichkeit oftmals zu unempfindlich (zu hoher Wert) für die Erkennung von atrialen Arrhythmien programmiert wurde. Die Signalhöhe einer P-Welle kann bei atrialen Arrhythmien um bis zu 80 % niedriger sein als im Sinusrhythmus. In vielen Studien, die sich mit der präventiven Stimulation von atrialen Arrhythmien beschäftigt haben, war die atriale Empfindlichkeit auf 0,5 mV programmiert, wodurch möglicherweise ein Teil der tatsächlichen Vorhoffarrhythmien nicht detektiert wurde. Um daher eine adäquate Erkennung atrialer Signale während Vorhoffarrhythmien zu gewährleisten, sollte die atriale Empfindlichkeit auf 0,2 mV programmiert werden.

Postventrikuläre atriale Refraktärzeit (PVARP)

Die PVARP steuert das „Mindestintervall“ zwischen einer ventrikulären Stimulation oder der Wahrnehmung eines spontanen QRS-Komplexes und der darauf folgenden atrialen Stimulation. Dieser Parameter hat für die adäquate Erkennung atrialer Arrhythmien in den letzten Jahren an Bedeutung verloren, da eine Wahrnehmung atrialer Ereignisse zur Steuerung des AMS während dieser Phase möglich ist. Die Programmierungsempfehlung lautet dennoch 250–275 ms, um eine schrittmacherinduzierte Tachykardie (PMT) durch eine retrograde Leitung zu verhindern.

Postventrikuläres atriales Blanking (PVAB)

Das PVAB stellt die absolute „Blindphase“ nach einer schrittmacherinduzierten oder spontanen Kammeraktion dar. In den letzten Monaten hat sich gezeigt, daß eine korrekte Pro-

grammierung dieses Intervalls die beste Möglichkeit bietet, ein ventrikuläres FFS zu verhindern. Wird dieses Intervall nicht adäquat programmiert, so kann es zu falsch-positiven AMS-Episoden kommen, die eine Analyse atrialer Arrhythmien erschweren oder sogar unmöglich machen. Eine adäquate Programmierung des PVAB ist wohl nur nach Durchführung des AMS-FFS-Tests zu erreichen und sollte daher *individuell*, je nach Ergebnis dieses Tests, eingestellt werden.

Atriale Tachykardieerkennungsfrequenz (ATDR)

Die ATDR steuert die Erkennung von atrialen Ereignissen als Tachykardie und triggert den AMS. Die Programmierung sollte sich u. a. nach der Symptomatik des Patienten bzw. nach den Arrhythmiearten und -frequenzen richten. Üblicherweise liegt die ATDR zwischen 170 und 200 bpm.

Polarität

Die Polarität legt fest, wie ein Signal wahrgenommen wird. Da die bipolare Detektion hinsichtlich der Wahrnehmung extrakardialer Störsignale wesentlich unempfindlicher als die unipolare ist, sollte das atriale Sensing immer *bipolar* programmiert werden.

Stimulationsposition

Auch die Position der atrialen Elektrode im rechten Vorhof ist von Bedeutung für das FFS. Während die septale Position (Schraubelektrode) für die Resynchronisation der beiden Vor-



Abbildung 3: FFS nach ventrikulärer Stimulation und nach eigenem QRS-Komplex; PVAB: 150 ms. Oben: Markerkanal, 1. Kurve: Oberflächen-EKG, 2. Kurve: IAEGM, 3. Kurve: IVEGM

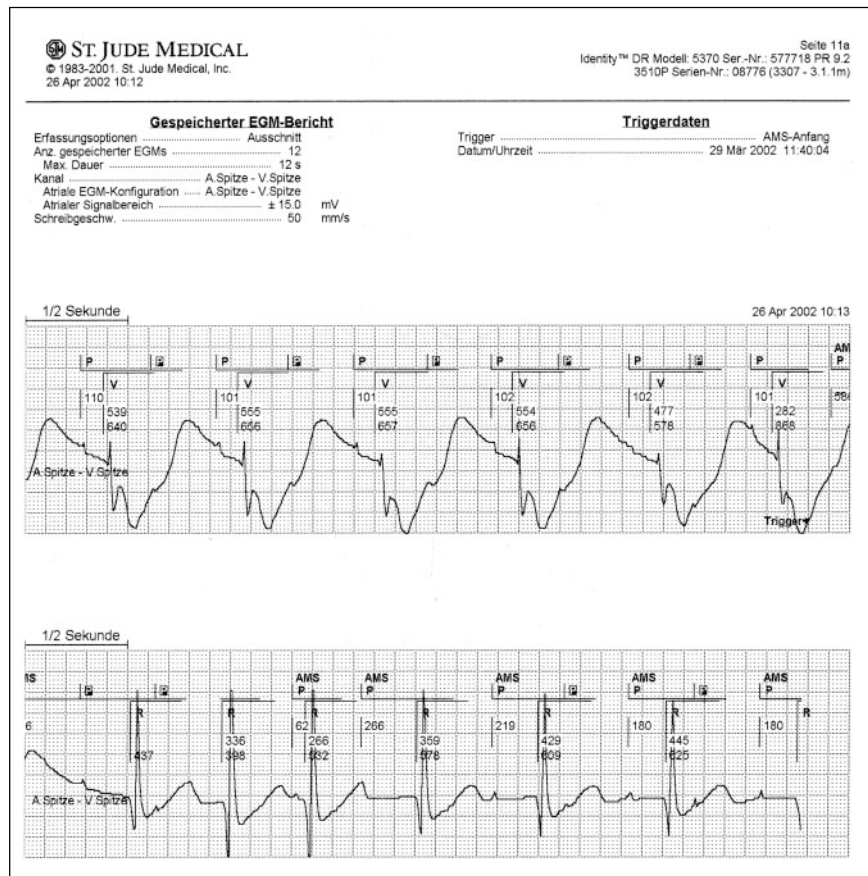


Abbildung 4: Gespeicherter IEGM. IEGM-Trigger: AMS-Anfang

höfe beim Vorliegen einer interatrialen Leitungsstörung ideal zu sein scheint, ist sie für FFS offensichtlich am anfälligsten. Bei einer Stimulation im rechten Herzohr ist im Vergleich zur septalen Position zwar die Aktivierung der Vorhöfe sowohl bei intra- als auch bei interatrialen Leitungsstörungen nicht so optimal, das FFS dafür aber meist nicht so störend. Die wohl „schlechteste“ Position für die atriale Stimulation bei atrialen Leitungsstörungen ist eine Implantation in der lateralen freien Vorhofwand. Auch hier ist das ventrikuläre FFS oftmals sehr klein, die atrialen Aktivierungszeiten jedoch zumeist extrem lang und daher für eine synchrone Erregung der beiden Vorhöfe ungeeignet. Zudem werden durch diese langen atrialen Aktivierungszeiten die Möglichkeiten der Schrittmacherprogrammierung (PV/AV-Zeiten, MTR) stark eingeschränkt, was das Auftreten atrialer Arrhythmien weiter begünstigen kann.

Konklusion

Der beschriebene AMS-FFS-Test ist ein einfaches und probates Mittel zur Detektion von ventrikulärem FFS bei Patienten mit Zweikammer-Schrittmachersystemen. Die mittels dieses Tests erhobenen Daten erlauben eine korrekte und individuelle Programmierung zur Sicherung eines adäquaten AMS bei vorhandenem FFS. Es sollte dieser Test daher bei jedem Patienten mit Zweikammer-Schrittmachersystem durchgeführt werden.

Literatur

1. Froehlig G et al. Mode switch without atrial tachyarrhythmia. PACE 1996; 19: 593 (A107).
2. Froehlig G et al. Bipolar ventricular far-field signals in the atrium. PACE 1999; 22: 1604–13.
3. Johnson WB et al. Frequency of inappropriate automatic pacemaker mode switching as assessed 6 to 8 weeks post implantation. PACE 1996; 19: 720 (A617).
4. den Dulk K et al. Dual chamber pacemakers in patients with paroxysmal atrial fibrillation. Eur JCPE 1996; 6 (Suppl 5): 52 (A207).

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