

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Empfehlungen zur Nachsorge von
konventionellen
Herzschrittlemacher-Systemen //**
**Recommendations for aftercare of
conventional cardiac pacemaker
systems**

Burkart-Küttner D, Nürnberg M
Zweiker D

*Journal für Kardiologie - Austrian
Journal of Cardiology 2023; 30
(9-10), 209-216*

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Kardiologie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Kardiologie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Journal für Kardiologie

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Empfehlungen zur Nachsorge von konventionellen Herzschrittmacher-Systemen

D. Burkart-Küttner¹, M. Nürnberg², D. Zweiker^{2,3}

Kurzfassung: In der vorliegenden Arbeit werden die notwendigen Schritte zur Nachsorge von konventionellen Herzschrittmacher-Systemen zusammengefasst. Die standardisierte Schrittmachernachsorge umfasst nach Erfassung von Anamnese, Klinik und Extremitäten-EKG die Überprüfung der Schrittmacher-Messwerte, wobei auf jeden Fall auf die Batterieladung, Elektrodenimpedanz, Wahrnehmung und Reizschwelle geachtet werden sollte.

Die Schrittmacherprogrammierung ist abhängig vom Patienten, der zugrundeliegenden Erkrankung und dem implantierten Schrittmachersystem. Durch das Auslesen des Schrittmacherspeichers können paroxysmale Rhythmusstörungen oder Schrittmacher-Fehlfunktionen entdeckt werden. Zuletzt werden die Empfehlungen für den Zeitplan der Schrittmacher-

nachsorge und der Umgang von Patienten mit Schrittmacher im perioperativen Setting, bei einer Magnetresonanztomographie-Untersuchung und Strahlentherapie diskutiert.

Schlüsselwörter: Schrittmacher, Nachsorge, 1-Kammer-Schrittmacher, 2-Kammer-Schrittmacher, Schrittmacher-Programmierung

Abstract: Recommendations for aftercare of conventional cardiac pacemaker systems. The necessary steps for diagnostics, programming and follow-up of conventional pacemakers are summarized in this manuscript. The patient's history, status and an electrocardiogram are crucial for the identification of potential arrhythmias or malfunctions. The

most important measurements during pacemaker follow-up are battery status, the electrode's impedance, sensing and threshold.

The pacemaker should be programmed according to the patient, the underlying condition, and the implanted system. The pacemaker's diagnostics allow the identification of paroxysmal arrhythmias or occult malfunctions. Finally, the current recommendations about follow-up timing and pacemaker patients in the perioperative setting, before and after magnetic resonance tomography and during radiotherapy are discussed. *J Kardiologie* 2023; 30 (9–10): 209–16.

Key words: pacemaker, follow up, single chamber pacemaker, dual chamber pacemaker, pacemaker programming

Abkürzungen:

A	Atrium = Vorhof	Gy	Gray
AF	Atrial fibrillation = Vorhofflimmern	HF	Heart failure = Herzinsuffizienz
AMS	Automode-Switch	ICD	Implantierter Cardioverter/Defibrillator
AP	Atriales Pacing = Vorhofstimulation	IEGM	Intrakardiales Elektrogramm
ATDR	Atrial tachycardia detection rate = Vorhoftachykardie-Erkennungsfrequenz	LSB	Linksschenkelblock
ATP	Antitachykardes Pacing	MR	Magnetresonanztomographie
AVM	AV-Management = atrioventrikuläres Management	Ms	Millisekunden
BOL	Begin of life	MSR	Maximale Sensingrate = maximale Sensorfrequenz
BOS	Begin of service	MTR	Maximale Trackingrate = maximale Trackingfrequenz
CLS	Closed loop system	MV	Megavolt
CPR	Kardiopulmonale Reanimation	mV	Millivolt
CRT	Kardiale Resynchronisations-Therapie	OAK	Orale Antikoagulation
DDD	2-Kammer-Schrittmacher mit Sonden in Vorhof und Kammer	PMT	Pacemaker-Tachykardie
EF	Ejection fraction = Auswurfraction	PVARP	Postventrikuläre atriale Refraktärperiode
EHRA	European Heart Rhythm Association	RF	Radiofrequenz
EKG	Elektrokardiogramm	RRT	Recommended replacement time
EMI	Elektromechanische Interferenzen	RS	Reizschwelle
EOL	End of life	RV	Rechtsventrikulär/rechter Ventrikel
EOS	End of service	SM	Schrittmacher
ERI	Elective replacement indicator	SND	Sinusnode-Disease = Sinusknotenerkrankung
ERT	Elective replacement time	V	Ventrikel = Kammer
ESC	European Society of Cardiology	VH-Flimmern	Vorhofflimmern
G	Gauß	VP	Ventrikuläres Pacing = Kammerstimulation
GF	Grundfrequenz	VS	Ventrikuläres Sensing = Wahrnehmung in der Kammer
		WBP	Wenckebach-Punkt

Eingelangt am 08.05.2023; angenommen am 23.05.2023

Aus der ¹2. Med. Abteilung, Hanusch-Krankenhaus, Wien, der ²3. Med. Abteilung, Klinik Ottakring, Wien und der ³Abteilung für Kardiologie, Medizinische Universität Graz

Korrespondenzadresse: OÄ Dr. Dagmar Burkart-Küttner, 2. Med. Abteilung, Hanusch-Krankenhaus, A-1140 Wien, Heinrich-Collin-Straße 30; E-Mail: dr.d.burkart-kuettnern@gmx.at

■ Einleitung

Nicht nur eine korrekte Indikationsstellung mit optimaler Systemauswahl und komplikationsloser Implantation, sondern auch eine gewissenhafte und systematisierte Nachsorge sind Basis einer qualitativ hochwertigen Herzschrittmacher-Therapie [1].

Um mit der Herzschrittmacher-Therapie eine maximale Verbesserung der Lebensqualität der Patienten zu erreichen, sollte sich die Nachsorge nicht alleine auf die Überprüfung der technischen Daten konzentrieren, sondern auch auf die hämodynamischen Bedürfnisse der Patienten eingehen [2–15].

■ Generelle Aufgaben der Herzschrittmacher-Nachsorge

- Oberstes Ziel ist die Qualitätssicherung
- Patientenaufklärung und Aufklärung der Angehörigen
- Inspektion der Schrittmacher- (SM-) Generator-Tasche/ des Schrittmacher-Bettes
- Kontrolle von Laufzeit und Funktionstüchtigkeit des Systems
- Verlängerung der Laufzeit durch optimierte Programmierung
- Anpassung des SM-Systems an die individuellen hämodynamischen Erfordernisse der Patienten anhand der vom SM erfassten diagnostischen Daten
- Erkennen und Beheben von Komplikationen
- Rechtzeitiges Erkennen eines notwendigen Generatorwechsels oder Upgrades (DDD, CRT, ICD)
- Dokumentation und Archivierung der Messdaten

■ Apparative Voraussetzung/Ausstattung für die Herzschrittmacher-Nachsorge

- Mehrkanal-EKG-Schreiber
- Programmiergerät
- Testmagnet (≥ 10 G)
- Notfallausrüstung für kardiopulmonale Reanimation (CPR) inklusive Defibrillator
- Zugang zu Röntgen, Ergometrie, Echokardiographie, Langzeit-EKG

■ Nachsorge von konventionellen Herzschrittmacher-Systemen

Zu den konventionellen Herzschrittmacher-Systemen gehören die 1- und 2-Kammersysteme. Je nach Stimulationsort und Programmierung werden sie in folgende Systeme unterteilt:

1-Kammersysteme

AAI(R): 1 Sonde: Stimulation und Wahrnehmung im Atrium (Vorhof)

VVI(R): 1 Sonde: Stimulation und Wahrnehmung im Ventrikel (Kammer)

2-Kammersysteme

DDD(R): 2 Sonden: Stimulation und Wahrnehmung im Atrium und Ventrikel



Abbildung 1: Obwohl man keine Rötung oder Schwellung sieht und der Patient auch kein Fieber hat, handelt es sich hierbei um eine SM-Tascheninfektion mit Perforation. Eine komplette SM-Systementfernung (inklusive Extraktion der Sonden) ist in diesem Fall indiziert. (Quelle: SM-Ambulanz Hanusch-Krankenhaus, Wien)

VDD(R): 1 Sonde: Stimulation im Ventrikel, Wahrnehmung im Atrium und Ventrikel

■ Durchführung der SM-Nachsorge

- 1) Anamnese
- 2) Klinik
- 3) EKG
- 4) Überprüfung der SM-Messwerte
- 5) SM-Programmierung
- 6) SM-Diagnostik
- 7) Dokumentation/Archivierung
- 8) Vereinbarung der Kontrolluntersuchung

Anamnese

Trotz knapper Zeitressourcen sollte am Anfang jeder Kontrolle eine kurze Anamnese gemacht werden. Symptome wie Herzrasen, Palpitationen, Schwindel, Dyspnoe, Synkopen könnten auf etwaige Rhythmus- oder SM-Probleme hinweisen. Hier seien nur einige Beispiele genannt:

- Herzrasen: VH-Flimmern? Pacemaker-Tachykardie (PMT)? Zu sensibel eingestellter Herzfrequenzsensor?
- Dyspnoe: Schlechtes HF-Profil bei chronotroper Inkompetenz? (beginnende) Herzinsuffizienz?
- Synkopen: Tachyarrhythmien? Exitblock bei Reizschwellerhöhung? Sondendefekt? Sondendislokation?

Klinik

Ein kurzer Blick auf das SM-Bett, die Beine und Atmung gibt schnell Aufschluss über den Zustand des Patienten.

- SM-Bett-Kontrolle: Lage des Aggregats? Schwellung? Rötung? Schmerzen? Hautmazeration? (Abb. 1)
- Herzinsuffizienzzeichen: Beinödeme? Dyspnoe?

EKG

Bereits mit dem normalen Oberflächen-EKG kann man sowohl den Grundrhythmus (Sinusrhythmus? Vorhofflimmern?) und die Funktionalität des Schrittmachers (Vorhof und/oder Ventrikelstimulation? spontane Überleitung?) überprüfen, als auch etwaige Fehlfunktionen detektieren. Deshalb sollten bei jeder Kontrolle zumindest Extremitätenableitungen angelegt und ein EKG mit mindestens 2 Ableitungen registriert werden (Abb. 2, 3).

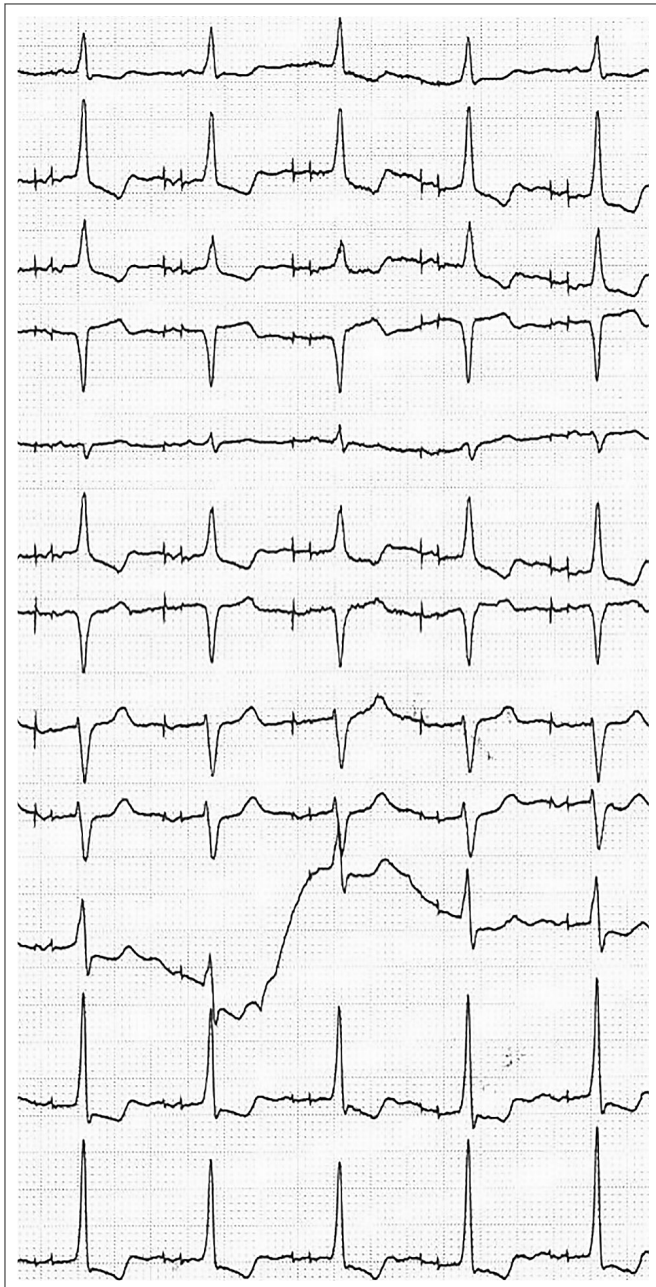


Abbildung 2: Obwohl es 2 regelmäßig aufeinanderfolgende Spikes gibt, erfolgt keine Reizantwort auf den 2. ventrikulären Spike, sondern nur mit Verzögerung der intrinsische Kammerkomplex: → Exitblock auf Ventrikel-Ebene. (Quelle: SM-Ambulanz, Hanusch-Krankenhaus, Wien)

Überprüfung der SM-Messwerte

Standardmessung

a) **Batterie:** Die Batteriespannung und -impedanz wird heutzutage von den Geräten automatisch gemessen und daraus eine verbleibende Laufzeit berechnet und ausgewiesen. Man kann auch anhand der sogenannten Magnetfrequenz zu Beginn der Magnetauflage den Batteriezustand erkennen. Die Magnetfrequenz ist firmenspezifisch (und teilweise innerhalb der einzelnen SM-Modelle unterschiedlich) und kann im SM-Handbuch nachgelesen werden. Zu Beginn ist sie deutlich höher als am Ende der Batteriekapazität.

Das früher verwendete Kürzel BOL („begin of life“) wurde nun durch BOS („begin of service“) ersetzt, ebenso EOL („end of life“) durch EOS („end of service“), um Fehlinterpretationen seitens der Patienten zu vermeiden.

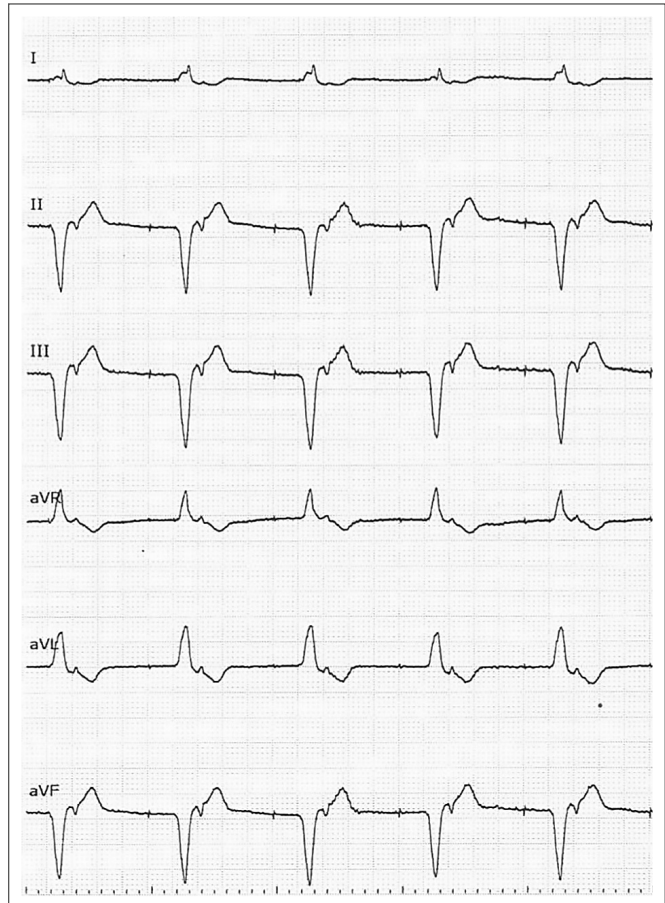


Abbildung 3: Hier kann man gut einen Exitblock auf Vorhof-Ebene erkennen: isoelektrische Linie und keine P-Welle nach dem Vorhofspike, dafür retrograde Vorhoferregung direkt nach dem QRS-Komplex. (Quelle: SM-Ambulanz, Hanusch-Krankenhaus, Wien)

Zum Zeitpunkt RRT („recommended replacement time“), früher ERI („elective replacement indicator“) oder ERT („elective replacement time“) sollte der SM-Generatorwechsel geplant werden, da von diesem Zeitpunkt an noch ca. 3 Monate Funktionalität des SM gegeben sind.

CAVE: Bei ein paar SM-Modellen können bereits in dieser Zeit der SM-Modus (z. B. von DDDR auf DDD oder VVI), die Grundfrequenz, die Impulsdauer und natürlich die Magnetfrequenz wechseln.

b) **Impedanz der Elektroden:** Diese ist von Sonde zu Sonde unterschiedlich, sollte aber im zeitlichen Verlauf stabil sein. (Normwerte: 300–1000 Ohm, bei Hochimpedanzsonden: 800–1500 Ohm). Plötzliche Impedanzsprünge weisen auf einen Sondendefekt hin. Besondere Vorsicht ist geboten bei:

< 200 Ohm: V. a. Isolationsdefekt/Kurzschluss

> 2000 Ohm: V. a. Sondenbruch oder Malkonnection.

Impedanzunterschiede > 100 Ohm zw. unipolarer und bipolarer Messung machen einen möglichen Elektroden defekt verdächtig.

c) **Wahrnehmung/intrinsische Signalamplitude:** Um eine korrekte SM-Funktion zu gewährleisten, ist eine korrekte Wahrnehmung unerlässlich. Daher sollte diese bei jeder Kontrolle gemessen und gegebenenfalls die Empfindlichkeit (s. u.) des SM adaptiert werden. Während dieses Tests kann auch überprüft werden, ob eine Eigenüberleitung besteht bzw. ob der Patient SM-abhängig ist.

d) **Reizschwelle:** Um eine sichere SM-Stimulation zu gewährleisten, gehört zur Funktionsprüfung der SM-Sonden neben der Impedanz- und Wahrnehmungsmessung auch die Reizschwellenmessung.

Es empfiehlt sich, den Wahrnehmungstest vor dem Reizschwellentest durchzuführen, um bei eventueller SM-Abhängigkeit beim Reizschwellentest schon vorbereitet zu sein.

Viele aktuelle SM-Geräte können bereits die Reizschwelle automatisch messen und die Stimulationsamplitude anpassen. Damit wird ständig der aktuelle Wert überprüft und die Amplitude so gering wie möglich, aber so hoch wie nötig gehalten und damit auch Strom gespart. Bei der SM-Kontrolle sollte diese Automatik überprüft und bei guter Funktion aktiviert werden. Die **automatischen Messungen von Impedanz, Wahrnehmung und Reizschwelle** werden auch im Trend dargestellt. Damit sind plötzliche Veränderungen noch besser zu erkennen, die gegebenenfalls näher abgeklärt werden müssen.

e) **Spezielle Messung bei AAI-SM:** Wenckebach-Punkt (WBP) erheben, insbesondere vor einem Generatorwechsel (bei niedrigem WBP ist an ein Upgrade zu denken).

SM-Programmierung

Grundprogrammierung:

Diese sollte entweder bei der Implantation oder spätestens bei der 1. Kontrolle (1. postoperativer Tag bis max. 72 h postoperativ) vorgenommen werden und folgendes beinhalten:

Basisdaten:

- Patientenname und Geburtsdatum
- Implantationsdatum von Aggregat und Sonden
- Sonden (Modell, Polarität, Lage, MR-Tauglichkeit)
- Indikation zur SM-Implantation
- Nachsorgendes Zentrum

Betriebsart: indikationsabhängig wird die entsprechende Betriebsart gewählt, z. B.:

- Permanenter AV-Block III: DDD(R)
- Intermittierender AV-Block: DDD(R) mit AVM (= AV – Management: s. u.)
- SSS: DDD(R) mit AVM, AAI(R)
- Permanentes VH-Flimmern: VVI(R) (mit Hysterese?)

Sondenpolarität: Manche SM-Modelle sind werksmäßig nur auf eine unipolare Stimulation programmiert und müssen daher auf bipolar umprogrammiert werden. Zur Sicherheit empfiehlt sich auch – falls es diese Möglichkeit zur aktiven Programmierung gibt –, den Polarity-Switch zu aktivieren. Damit wird gewährleistet, dass sich der SM zur Patientensicherheit bei plötzlichen, definierten Impedanzsprüngen automatisch von einer bipolaren auf eine unipolare Stimulation umstellt.

Grundfrequenz (GF): Ist nominal meist auf 60 Schläge/Minute eingestellt, diese kann individuell programmiert und eventuell eine geringere Ruhe-/Nachtfrequenz oder bei VVI/AAI-Systemen eine Hysterese eingestellt werden.

Maximale Trackingfrequenz (MTR): Ist abhängig vom Aktivitätslevel der Patienten, bei jüngeren empfiehlt sich die Faustregel: 220–Lebensalter.

Maximale Sensorfrequenz (MSR): alters- und aktivitätsabhängig

Empfindlichkeit: Bei manueller Einstellung empfiehlt es sich, im Atrium die Empfindlichkeitsschwelle auf max. 0,25–0,5 mV (je niedriger der Wert, desto empfindlicher) zu programmieren, damit auch im Vorhofflimmern (deutlich niedrigere Signalamplituden) die Vorhoferregung richtig erkannt werden kann. Im Ventrikel sollte die Empfindlichkeitsschwelle zumindest auf die Hälfte oder Drittel der gemessenen Wahrnehmung programmiert werden. (z. B.: R: 7 mV → programmierte Empfindlichkeit: 2,5–3 mV).

Gibt es die Möglichkeit zur **automatischen** Wahrnehmungsmessung und Empfindlichkeitsanpassung, so sollte diese überprüft und bei guter Funktion aktiviert werden. Dadurch kann man sehr gut den Verlauf (Trend) beobachten.

Stimulationsamplitude/Output: Bei manueller Programmierung wird zumeist die Stimulationsamplitude bei fixer Impulsbreite angepasst und die Programmierung zumindest der doppelten Höhe der Amplitude empfohlen (z. B.: RS: 1,25 V/0,4 ms → Stimulationsamplitude/Output mind.: 2,5 V/0,4 ms). Sollte der Reizschwellentest über die Verkürzung der Stimulationsbreite durchgeführt werden, wird die Programmierung der dreifachen Dauer empfohlen (z. B.: RS: 1 V/0,2 ms → Output mind.: 1 V/0,6 ms).

In den ersten Wochen kann es zu einer passageren Reizschwellenerhöhung kommen, weshalb bei manueller Einstellung für die ersten 3 Monate die Programmierung einer Amplitude von zumindest 3,5 V/0,4 ms empfohlen wird.

Vor allem bei SM-abhängigen Patienten ist in allen Fällen auf eine ausreichende Sicherheitsmarge zu achten.

Spezielle Programmierungen bei 1-Kammer-SM (AAI [R], VVI [R], VDD [R])

Frequenzhysterese: Durch Verlängerung des Erwartungsintervalls können niedrigere Frequenzen als die Grundfrequenz zugelassen werden. Je nach Hersteller ist die Frequenzhysterese in Prozent (%) oder Millisekunden (ms) zu programmieren.

Die Frequenzhysterese ist besonders bei VVI- und VDD-SM sinnvoll, um unnötige ventrikuläre Stimulationen postextrasystolisch und nächtlich zu vermeiden.

Spezielle Programmierungen bei 2-Kammer-SM (DDD [R], VDD [R])

Automatischer Mode-Switch (AMS): Bei manchen SM-Modellen muss der AMS aktiv eingeschaltet und auch der AMS-Modus (DDI/VVI) und die AMS-Grundfrequenz definiert werden.

„**Atrial tachycardia detection rate**“ (ATDR): Bei Erreichen dieser Frequenz schaltet der SM in den AMS. Diese Frequenz muss deutlich höher als die obere Grenzfrequenz programmiert werden.

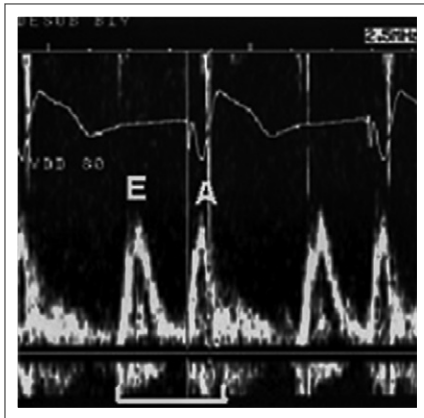


Abbildung 4: Echokardiographie: Separation der E- und A-Welle im PW-Doppler über der Mitralklappe

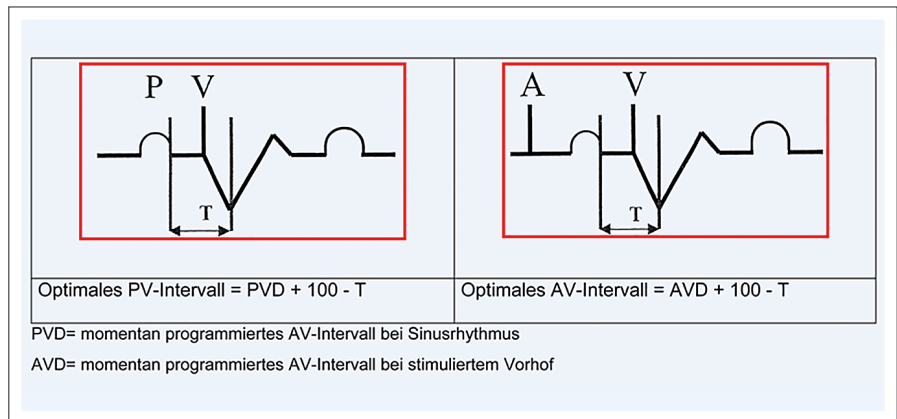


Abbildung 5: Oberflächen-EKG-Formel nach Koglek. (Mod. nach [2]).

AV-Zeit-Optimierung: Um während einer ventrikulären Simulation eine optimale AV-Zeit zu garantieren, sollte unbedingt auf eine optimierte AV-Zeit geachtet werden. Eine Optimierung kann z. B. mit folgenden Methoden durchgeführt werden:

- Quick-Opt (SJM/Abbott),
- Mittels Echokardiographie nach Ritter: Separation der E- und A-Welle, lange diastolische Füllungszeit [16],
- Im Oberflächen-EKG nach Koglek [2, 17] (Abb. 4, Abb. 5).

AVM (AV management = AV delay programming): Diese Algorithmen dienen der Förderung der intrinsischen Überleitung und damit zur Reduktion des RV-Pacinganteils [18]. (Hintergrund: Klassische apikale RV-Stimulation erzeugt einen LSB und Dyssynchronie, wodurch es zu einer unterschiedlichen Kontraktion und Belastung des Herzens kommt. Dies kann zu einer möglichen Herzinsuffizienz und einer höheren Vorhofflimmerinzidenz führen, was wiederum Morbidität und Mortalität erhöht [19].)

Zurzeit gibt es vor allem bei den Topmodellen folgende Programmier-Modi für ein AVM:

- Abbott/SJM: „VIP“ (= AV-Hysterese)
- Biotronik: ADI (R)/DDD (R) oder DDD (CLS) mit „IRS +“ (=AV-Hysterese)
- Boston: „RYTHMIQ“ (=AAI [R] mit VVI-Back-Up/DDD [R]) oder DDD [R] mit AV-Hysterese
- Medtronic: DDD (R) mit „MVP“ (= AAI [R]/DDD [R]) oder DDD [R] mit AV-Hysterese
- MicroPort/Sorin: „AAI(R)SafeR“ (= AAI [R]/DDD[R])

NB: Bei den Modi, die zwischen ADI bzw. AAI und DDD wechseln können, kann es zu Pausen, bzw. nicht übergeleiteten P-Wellen kommen. Bei der AV-Hysterese wird zwar intermittierend die AV-Zeit auf eine lang programmierte AV-Zeit verlängert, es kommt aber niemals zu einem Überleitungsausfall (vgl. 2021 ESC-Empfehlungen für den optimalen SM-Stimulations-Modus in [20]: <https://academic.oup.com/view-large/figure/333763629/ehab364f5.tif>).

Postventrikuläre atriale Refraktärperiode (PVARP): Muss heutzutage selten verändert werden. Nur bei langer retrograder Leitung und häufigen Pacemaker-Tachykardien (PMT) ist manchmal eine Verlängerung nötig (NB: Nur bei Modellen der Fa. Sorin/Microport nicht aktiv verstellbar, da automatisch).

PMT-Schutz: Ein Algorithmus zur Erkennung und Terminierung von PMTs, der bei manchen Herstellern aktiv eingeschaltet werden muss.

Atriale Stimulationspräferenz: Kann bei Patienten mit Brady-Tachy-Syndrom zum Erhalt des Sinusrhythmus aktiviert werden, wird aber unterschiedlich toleriert, da es dabei zu einer kontinuierlichen Überstimulation im Vorhof und damit zu akzelerierten Frequenzen kommt.

Antitachykardes Pacing im Vorhof (ATP): Diese Form der automatischen atrialen Überstimulation (Burst oder Ramp), um AT/AF-Episoden (vorzeitig) zu beenden, gibt es nur bei einzelnen Modellen der Fa. Medtronic und muss bewusst aktiviert werden [21]. Erfahrungsgemäß funktioniert dies am besten bei rechtsatrialen Tachykardien (Abb. 6).

SM-Diagnostik

Herzschrittmacher verfügen über präzise diagnostische Langzeitspeicher mit hoher Spezifität und Sensitivität. Diese dienen zur Arrhythmieerkennung und zur Therapieüberwachung (Antiarrhythmika, Ablation, Funktion spezieller SM-Modi). Die diagnostischen Daten sollten bei jeder Kontrolle von erfahrenen Device-Spezialisten begutachtet, auf Richtigkeit überprüft (IEGM beurteilen) und entsprechende Konsequenzen daraus gezogen werden.

Pacinganteil (AP %, VP %, AP-VS %, AP-VP %, etc.):

Insbesondere bei apikaler Stimulation sollte der VP-Anteil geringgehalten bzw. nach Möglichkeit reduziert werden, z. B. durch Aktivieren eines AVM.

Herzfrequenzprofil: Die Herzfrequenzverteilung ist in Histogrammen und einem 24-h-Holter ersichtlich. Bei trägem Herzfrequenzprofil sollte entweder ein **Sensor** aktiviert oder dieser optimiert werden. Je nach SM-Modell stehen entweder Bewegungssensoren, Atemminutenvolumensensoren oder das „closed loop system“ (CLS), das physiologisch auf intrakardiale Impedanzveränderungen reagiert, zur Verfügung. Teilweise können auch Bewegungssensor und Atemminutensensor parallel aktiviert werden, um ein bestmögliches Sensorverhalten zu erreichen [22].

Atriale Hochfrequenzepisoden bzw. AT/AF-Burden: In der SM-Diagnostik findet man die Anzahl und Dauer atrialer Epi-

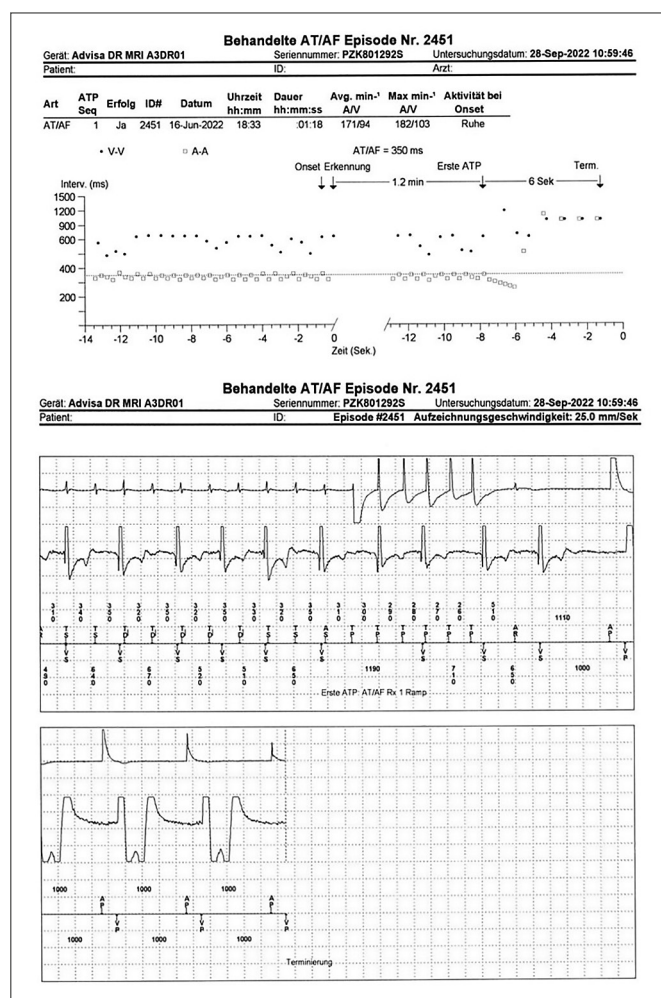


Abbildung 6: Erfolgreiches antitachykardes Pacing bei paroxysmaler atrialer Tachykardie/Vorhofflattern. (Quelle: SM-Ambulanz, Hanusch-Krankenhaus Wien)

soden, den Prozentsatz über die Zeit und auch die ventrikuläre Frequenz bei Vorhofflimmern/atrialer Tachykardie.

Durch Begutachtung der IEGMs und des Onsets sollten diese Episoden verifiziert und etwaige therapeutische Schritte eingeleitet werden (OAK? Antiarrhythmika? Ablation? ATP aktivieren?) [23].

Ventrikuläre Hochfrequenzepisoden: Auch die abgespeicherten ventrikulären Hochfrequenzepisoden sollten genau betrachtet und eventuelle Konsequenzen gezogen werden. (Symptomatisch? Strukturelle Herzerkrankung? EF?).

Patientenaktivität: Mit diesem Parameter erkennt man die Patientenaktivität und kann auch das Herzfrequenzhistogramm besser bewerten. Bettlägrige Patienten werden hauptsächlich an der Grundfrequenz stimuliert, bei aktiven Patienten hingegen wird man ein breites HF-Spektrum erwarten.

Dokumentation und Archivierung

Für die Patienten: ausgefüllter Herzschrittmacher-Pass, Befund der SM-Kontrolle und nächster Kontroll-Termin.

Für den behandelnden Arzt: Befund der SM-Kontrolle (Modell, Batteriedauer, Messdaten, Diagnostik) und allfällige Empfehlungen zur Therapieumstellung.

Tabelle 1: Empfohlener Zeitplan der ÖKG für die Nachsorge konventioneller Herzschrittmacher-Systeme

1. Kontrolle	12–72h	Standardmessung, Grundprogrammierung, Verhaltensmaßnahmen
2. Kontrolle	6–12 Wochen nach Implantation	Standardmessung, Optimierte Programmierung, Output reduzieren!
Routine-Kontrollen	Alle 6–12 Monate	Standardmessung, Optimierung je nach Klinik
Kürzere Kontrollen	Alle 3 Monate	Zunehmende Batterieerschöpfung
Außerordentliche Kontrollen	Nach Bedarf	Elektrokauter, Defibrillation, Kardioversion, Bestrahlung, MRI, kardiale Ereignisse

In der nachsorgenden Ambulanz/bei den nachsorgenden Device-Spezialisten: Dokumentation der verwendeten Systeme inklusive Seriennummer: Device, Sonden (auch stillgelegte), Konnektoren, etc., OP-Bericht(e), Messdaten.

Österreichisches SM-Register

Spätestens bei der 1. Kontrolle sollten die Daten in das österreichische SM-Register eingetragen werden. Dies hilft nicht nur zur Erfassung der österreichischen Implantationszahlen und implantierten Modelle, sondern auch zur individuellen Suche, wenn z. B. ein Patient aus einem anderen Zentrum zur SM-Nachsorge kommt, das Modell des SM aber nicht bekannt ist.

Empfohlener Zeitplan der ÖKG für die Nachsorge konventioneller Herzschrittmacher-Systeme (Tab. 1)

Bei vollautomatischen SM-Systemen und einer funktionierenden telemedizinischen Überwachung können die Präsenzkontrollen in den ersten Jahren auf 18–24 Monate verlängert werden [20].

■ Außerplanmäßige Nachsorge

Eine außerplanmäßige Schrittmachernachsorge ist indiziert, wenn es im medizinischen Umfeld zu Interferenzen (EMI) mit implantierten Geräten kommt (z. B. Elektrokauter bei Operationen, MR-Untersuchungen, Bestrahlungstherapie, etc.). Im Jahr 2022 entstand dazu ein EHRA-Konsensuspapier mit österreichischer Beteiligung [24]. Die weiteren Empfehlungen basieren auf den „ESC-Guidelines on Cardiac Pacing“ 2021 [20] sowie auf den österreichischen Empfehlungen zum perioperativen Management bei Patienten mit implantiertem Schrittmacher oder Defibrillator 2009 [6].

■ Perioperative Nachsorge vor geplanter Operation

Präoperativ

Wenn die letzte Kontrolle länger als 12 Monate zurückliegt, sollte präoperativ eine Funktionskontrolle des Schrittmachers durchgeführt werden. Sollte der Schrittmacher länger als 5 Jahre implantiert sein und die letzte Kontrolle länger als 6 Monate zurückliegen, ist ebenfalls eine Abfrage der Batteriespannung und der Sondenwerte indiziert – vor allem, wenn das Gerät nicht telemedizinisch nachgesorgt wird. Bei Hinweisen auf

eine SM-Dysfunktion im EKG sollte ebenfalls eine Nachsorge durchgeführt werden.

Ist der Austauschindikator (ERI) aktiviert, ist vor einer geplanten Operation ein Generatortausch angezeigt.

Postoperativ

Eine Schrittmacher-Kontrolle ist nur bei eventueller präoperativer Umprogrammierung (z. B. Deaktivierung des Atemminutenvolumensensors bei Intubationsnarkose), perioperativer Defibrillation oder Hinweisen auf eine intraoperative SM-Dysfunktion indiziert. Anderenfalls genügt eine Kontrolle zum nächsten geplanten Termin, vor allem bei Patienten mit telemedizinischer Nachsorge.

■ Nachsorge vor MR-Untersuchungen

Eine Kontrolle des Schrittmachers ist vor einer MR-Untersuchung nötig, um dem sogenannten MR-Modus zu aktivieren. Bei MR-tauglichen Systemen besteht eine Klasse-I-Indikation zur Durchführung des MR im MR-Modus (innerhalb der Einheitszeit 6 Wochen nach Implantation Klasse IIa). Bei gebrochenen, epikardialen oder stillgelegten Elektroden muss die Notwendigkeit zur Durchführung individuell, je nach Nutzen und Risiko der MR-Untersuchung, getroffen werden. Bei Mischsystemen mit MR-tauglichen Geräten und MR-tauglichen Sonden unterschiedlicher Hersteller besteht ebenfalls eine Klasse-IIa-Indikation. Die Machbarkeit und Sicherheit im klinischen Alltag bestätigen auch Daten aus einer eigenen Studie [25].

Gemessen werden Batteriestatus des Gerätes sowie Impedanz, Wahrnehmung und Reizschwellen der Sonden. Spezielle Funktionen (ATP-Modus zur Terminierung atrialer Tachyarrhythmien, VVT-Modus bei CRT-Schrittmachern) sollten für die Dauer der Untersuchung deaktiviert werden.

Die Umprogrammierung wird bei SM-abhängigen Patienten in den A00/V00/D00-Modus empfohlen. Die untere Stimulationsfrequenz sollte dabei etwa 20 Schläge über dem eigenen Rhythmus betragen. Bei nicht-SM-abhängigen Patienten mit geringem Stimulationsbedarf ist die Programmierung eines 0A0/0V0/0D0-Modus möglich.

(Schema siehe [20]: <https://academic.oup.com/view-large/figure/333763943/ehab364f14.tif>).

■ Nachsorge nach MR-Untersuchungen

Eine Rückprogrammierung und somit Nachsorge nach der Untersuchung ist unabdingbar. Das aktuelle Konsensuspapier der EHRA empfiehlt auch eine Abfrage der Daten nach der Untersuchung und Umprogrammierung in den ursprüngliche Stimulationsmodus. Bei den beiden Herstellern, die einen Auto-MR-Modus anbieten und dieser auch aktiviert wird (Biotronik, Sorin/Microport), muss diese Nachsorge jedoch nicht durchgeführt werden, vor allem bei Implantaten mit telemedizinischer Nachsorge und automatischer Übertragung (Biotronik, Sorin/Microport ab Alizea). Der Auto-MR-Modus bedeutet, dass für eine programmierbare Zeitdauer (max. 14 Tage) das Gerät selbständig die MR-Umgebung erkennt und sich nur für die Zeit der MR-Untersuchung in den meist asynchronen MR-Modus begibt.

Eine weitere Kontrolle nach einer Woche wird empfohlen, wenn es zu signifikanten Veränderungen der Impedanz, der Wahrnehmung oder einem Reizschwellenanstieg gekommen ist. Ausgenommen von dieser Empfehlung sind Systeme mit telemedizinischer Nachsorge.

■ Nachsorge bei Bestrahlungstherapie

Vor Beginn einer Bestrahlungstherapie sollte eine Nachsorge mit Bestätigung der regelrechten Schrittmacherfunktion erfolgen.

Die weiteren Kontrollen sind abhängig von der Strahlungsenergie (MV) und Gesamtdosis (Gy) und dem damit verbundenen Risiko. Bei niedrigem Risiko (<10 MV, < 2 Gy) genügt eine Kontrolle nach Beendigung des Strahlentherapie-Zyklus, bei mittlerem Risiko (2–5 Gy) eine wöchentliche Kontrolle und bei hohem Risiko ebenfalls eine wöchentliche Abfrage. Eine telemedizinische Überwachung sollte ab dem mittleren Risiko angestrebt werden (vgl. Übersicht in [24]: <https://academic.oup.com/view-large/377162132>).

■ Weitere medizinische Untersuchungen, bei denen eine Nachsorge bzw. Umprogrammierung empfohlen wird

Nach **Elektrischer Kardioversion** wird vor Entlassung eine SM-Nachsorge empfohlen, wenn ältere SM-Systeme implantiert sind, keine Anterior-/Posterior-Position verwendet wird oder wenn der Abstand der anterioren Position zum Generator < 15 cm betragen hat. Wir empfehlen, die elektrische Kardioversion immer in Anwesenheit des entsprechenden Programmiergerätes durchzuführen. Dies erleichtert auch neben der Funktionsbeurteilung bei 2-Kammer-Systemen die Rhythmusdiagnostik durch Ableitung des intrakardialen EKGs.

Umprogrammierung vor und nach einer kardialen RF-Ablation von Herzrhythmusstörungen: Auch dieser Eingriff sollte in Verfügbarkeit eines Programmiergerätes durchgeführt werden. Für die Untersuchung muss der SM bei SM-abhängigen Patienten in einen asynchronen Stimulationsmodus programmiert werden.

■ Empfehlungen der ÖKG zur SM-Nachsorge

- Jeder Schrittmacher muss individuell patienten- und indikationsadäquat programmiert werden (Klasse I).
- Eine Präsenznachsorge sollte nach der Einheitsphase (6 Wochen bis 3 Monate) stattfinden (Klasse I).
- Eine telemedizinische Nachsorge ist anzustreben (Klasse I).
- Weitere Präsenznachsorgen in definierten Zeitintervallen; auch bei telemedizinischer Nachsorge nach 18–24 Monaten (Klasse I).
- Eine unnötige ventrikuläre Stimulation sollte vermieden werden (AV-Management) (Klasse I).
- Der Sensor sollte nur bei chronotroper Inkompetenz aktiviert werden (Klasse I).
- Bei hohem ventrikulären Stimulationsbedarf wird eine AV-Optimierung empfohlen (Klasse IIa).
- Eine Nachsorge zur Umprogrammierung in den MR-Modus vor einer MR-Untersuchung ist notwendig (Klasse I).

■ Interessenkonflikt

BK: Sprecherhonorare: Abbott, Biotronik, Boston Scientific, Medtronic

MN: Vortragshonorare von Abbott, Biotronik, Boston Scientific, Medtronic, Microport

DZ: Boston Scientific

Literatur:

1. Gazarek S, Restle C. Herzschrittmacher-Nachsorge für Einsteiger. Springer Nature, Berlin, 2019.
2. Krychtiuk KA, Nürnberg M, Volker R, et al. Effects of AV-delay optimization on hemodynamic parameters in patients with VDD pacemakers. *Wien Klin Wochenschr* 2014; 26: 1270–7.
3. Udo EO, van Hemel NM, Zuithoff NP, et al. Pacemaker follow-up: are the latest guidelines in line with modern pacemaker practice? *Europace* 2013; 15: 243–51.
4. Rajgopal S, Kapoor A, Bajaj R, et al. CSI/IHRS practice guidelines on follow-up of patients with permanent pacemakers: a Cardiology Society of India/Indian Heart Rhythm Society task force report on practice guidelines on follow-up of patients with permanent pacemakers. *Ind Heart J* 2012; 64 (Suppl 2): S12–17.
5. Burri H, Fuhrer J, Zwicky P, et al. Richtlinien 2011 zur Nachkontrolle von Patienten mit implantierten Herzschrittmachern und Defibrillatoren. *Cardiovasc Med* 2011; 14: 16–9.
6. Gombotz H, Anelli Monti M, Leitgeb N, et al. Perioperative management of patients with implanted pacemakers or cardioverter/defibrillator follow-up in Canada: a consensus statement of the Canadian Working Group on Cardiac Pacing. *Can J Cardiol* 2003; 19: 21–37.
7. Winters SL, Packer DL, Marchlinski FE, et al. Consensus statement on indications, guidelines for use, and recommendations for follow-up of implantable cardioverter defibrillators. North American Society of Electrophysiology and Pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24: 262–9.
8. Hayes JJ, Juknavorius R, Maloney JD, et al. The role(s) of the industry employed allied professional. *Pacing Clin Electrophysiol* 2001; 24: 398–9.
9. Fraser JD, Gillis AM, Irwin ME, et al. Guidelines for pacemaker follow-up in Canada: a consensus statement of the Canadian Working Group on Cardiac Pacing. *Can J Cardiol* 2000; 16: 355–63.
10. Kainz W. Richtlinien zur Nachsorge anti-bradykarder Schrittmachersysteme. *J Kardiologie* 1999; 6: 15–8.
11. Ritter P, Padeletti L, Gillio-Meina L, Gaggini G. Determination of the optimal atrioventricular delay in DDD pacing. Comparison between echo and peak endocardial acceleration measurements. *Europace* 1999; 1: 126–30.
12. Koglek W, Kranig W, Kowalski M, et al. A simple method for AV-delay determination in dual chamber pacemakers. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol* 2000; 11: 244–53.
13. Gillis AM, Purerfellner H, Israel CW, et al. Reducing unnecessary right ventricular pacing with the managed ventricular pacing mode in patients with sinus node disease and AV block. *Pacing Clin Electrophysiol* 2006; 29: 697–705.
14. Laksono S, Setianto B, Iqbal M, Prawara AS. Understanding pacemaker-induced cardiomyopathy. Incidence and predictors in patients with right ventricular pacing: A systematic review. *Int J Angiol* 2022; 31: 10–5.
15. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC-Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J* 2021; 42: 3427–520.
16. Boriani G, Tukkier R, Manolis AS, et al. Atrial antitachycardia pacing and managed ventricular pacing in bradycardia patients with paroxysmal or persistent atrial tachyarrhythmias: the MINERVA randomized multicentre international trial. *Eur Heart J* 2014; 35: 2352–62.
17. Malinowski K. Interindividual comparison of different sensor principles for rate adaptive pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998; 21: 2209–13.
18. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2021; 42: 373–498.
19. Stühlinger M, Burri H, Vernooij K, et al. EHRA consensus on prevention and management of interference due to medical procedures in patients with cardiac implantable electronic devices: For the European Heart Rhythm Association (EHRA), Heart Rhythm Society (HRS), Latin America Heart Rhythm Society (LAHRS), Asian Pacific Heart Rhythm Society (APHRS). *EP Europace* 2022; 24: 1512–37.
20. König CA, Tinhofer F, Puntus T, et al. Is diversity harmful?—Mixed-brand cardiac implantable electronic devices undergoing magnetic resonance imaging. *Wien Klin Wochenschr* 2021; 134: 286–93.

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