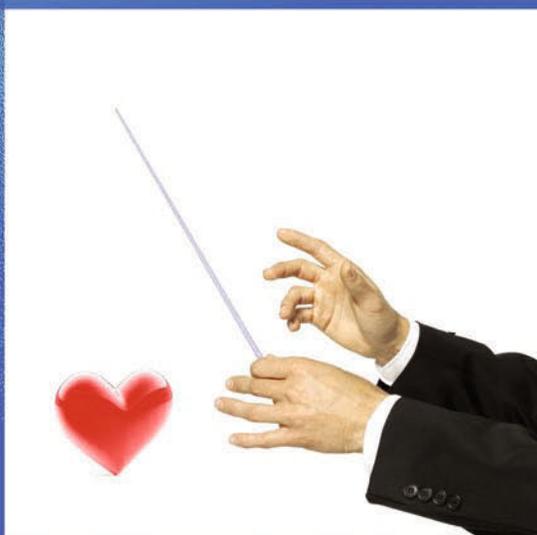


Morschhäuser
Fischer



Praxis der Herzschrittmacher- Nachsorge

2. Auflage

- Funktionen
- Optimierung
- Kontrolle
- Troubleshooting

unter Mitarbeit von
M. Jakob

Mit
250
Abbildungen

Praxis der Herzschrittmacher-Nachsorge

Diana Morschhäuser
Wilhelm Fischer

Praxis der Herzschrittmacher- Nachsorge

Grundlagen, Funktionen, Kontrolle, Optimierung,
Troubleshooting

2., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage

Mit 246 Abbildungen

Unter Mitarbeit
von M. Jakob

 Springer

Diana Morschhäuser
Dipl.-Ing. Biomedizintechnik
Libauerstr. 4
81927 München

Dr. med. Wilhelm Fischer
Ärztlicher Direktor, Chefarzt der Klinik für Innere Medizin
Krankenhaus Peißenberg, Krankenhaus GmbH
Ldkrs. Weilheim-Schongau
Hauptstr. 55-57
82380 Peißenberg

ISBN 978-3-642-35272-0
DOI 10.1007/978-3-642-35273-7

ISBN 978-3-642-35273-7 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

SpringerMedizin

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Planung: Hinrich Küster, Heidelberg
Projektmanagement: Kerstin Barton, Heidelberg
Lektorat: Bettina Arndt, Gorchheimertal
Projektkoordination: Eva Schoeler, Heidelberg
Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Fotonachweis Umschlag: © photos.com
Herstellung: Crest Premedia Solutions (P) Ltd., Pune, India

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Medizin ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer.com

Geleitwort

Wer ein Sachbuch schreibt, formuliert einen Anspruch: Handbücher brauchen oft viele Autoren, um das Objekt der Betrachtung in allen Facetten zu beleuchten, im Detail zu ergründen und mit eingehender Literaturrecherche selbst zur Referenz zu werden. Medizinische Lehrbücher wollen dem Leser einen fundierten Überblick über ein Sachgebiet verschaffen, damit er das neue Wissen in ärztliches Tun umsetzen kann. Praxisleitfäden betonen den operativen Aspekt und bieten hoffentlich genügend Handlungsanleitung, um die tägliche Patientenversorgung fehlerfrei bewältigen zu können. Und dann schreibt einer gelegentlich auch ein Buch, um selbst sein Fachgebiet erst richtig zu verstehen.

Nicht so das vorliegende Kompendium zur »Praxis der Schrittmacher-Nachsorge«. Jede Zeile verrät den Erfahrungsschatz aus Jahrzehnten ärztlicher Fortbildung und persönlicher Problemlösung vor Ort. Didaktische Schulung aus Sachkundekurs und Schrittmacher-Gespräch prägt die klare Struktur der einzelnen Kapitel. Der persönliche Einsatz in Praxis und Krankenhaus und das Wissen um die alltägliche Kapitulation vor EKG-Diagnostik und Programmierung erklärt, warum auf die Erörterung von Pathophysiologie und Studienergebnissen verzichtet wird und stattdessen wichtige Tipps und Hinweise zu finden sind. Dies ist ein Leitfaden vom Praktiker für den Praktiker.

Das Buch fokussiert bewusst auf die »klassische« Schrittmachertherapie und lässt die kardiale Resynchronisation und die Behandlung mit implantierbaren Defibrillatoren außen vor. Die kluge Selbstbeschränkung ist Voraussetzung dafür, dass Hardwarekomponenten, technische Begriffe, die von vielen ungeliebte, doch unverzichtbare Systematik der Zeitgebung und die Vielfalt der Stimulationsmodi Schritt für Schritt erklärt werden können. Mit diesem Rüstzeug fällt es leichter, die Kapitel zur Arbeitsweise automatischer Schrittmacherfunktionen, von Spezialalgorithmen und diagnostischen Speichern zu verstehen. Die Abschnitte zur Basis- und erweiterten Nachsorge nutzen das Erlernte, um die Abfolge klinischer und technischer Tests zu beschreiben, aus denen eine Schrittmacherkontrolle sich zusammensetzt. Und die Tabellen zu Programmierempfehlungen und möglichen Störeinflüssen auf die Schrittmacherfunktion sind einfach nur nützlich.

Das große Kapital dieses Buchs sind seine Abbildungen. Dies gilt für die Schema-Zeichnungen und EKGs, die jeden Grundbegriff und Algorithmus illustrieren und die Basis legen für eine systematische Funktionsbeschreibung und -analyse. Dies gilt für den Fundus an EKG-Beispielen, Röntgenbildern und Patientenfotos, welche klinische Szenarien und Problemlösungen beim »Troubleshooting« nachvollziehbar machen. Man freut sich, Bilder aus gemeinsamen Kursen wiederzusehen, und wünscht sich, dass der Leser genau so viel daraus lernt wie man selbst. Und man hofft, dass unsere Kollegen die Scheu vor der Schrittmacher-Nachsorge verlieren, einfach weil das Buch alles so gut erklärt.

Gerd Fröhlig

im Frühjahr 2013

Vorwort zur 2. Auflage

Zwei Jahre sind vergangen, seitdem die 1. Auflage »Praxis der Herzschrittmacher- Nachsorge« erschienen und zwischenzeitlich auch bereits vollständig vergriffen ist. Das rege Interesse freut uns sehr und wir möchten uns an dieser Stelle herzlich für die große Nachfrage bedanken!

Mit dem vorliegenden Buch stellen wir Ihnen eine aktualisierte Neuauflage zur Verfügung, die alle wichtigen Fortschritte in der Herzschrittmacher-Nachsorge umfasst.

Die 2. Auflage wurde um die neu- und weiterentwickelten Algorithmen und Diagnosefunktionen ergänzt. Außerdem wird die Problematik von Magnetresonanztomografie (MR)-Untersuchungen ausführlich dargestellt. Das Kapitel Neue Trends informiert über kommende Innovationen und laufende Forschungsvorhaben der Schrittmachertherapie.

Wir freuen uns Ihnen mit dieser 2. Auflage ein Buch an die Hand zu geben, welches einen umfassenden Überblick über die aktuelle Praxis der Herzschrittmachertherapie ermöglicht.

Wir danken den Herstellerfirmen Biotronik, Boston, Sorin, St. Jude und Medtronic für die zur Verfügung gestellten Informationen und Abbildungen, sowie allen Personen, die uns schon bei der 1. Auflage kompetent unterstützt haben.

Ein Dank gilt auch dem Team im Springer-Verlag, Herrn Küster, Frau Barton und Frau Arndt, für die hervorragende Zusammenarbeit.

D. Morschhäuser, W. Fischer, M. Jakob

München, Peißenberg und Sulzbach, im Januar 2013

Vorwort

Die Herzschrittmachertherapie hat in den letzten 20 Jahren eine rasante Entwicklung genommen. Mode-Switch-Algorithmen begrenzen die hochfrequente Ventrikelstimulation bei Zweikammersystemen. Telemetrische Überwachung erlaubt eine rasche Intervention und Fehleranalyse bei Problemen. Die Funktionsdauer moderner Herzschrittmacher ist durch die automatische Anpassung der Energieabgabe bei zuverlässiger Sicherheit erheblich verlängert. Fast perfekte Algorithmen steuern weitgehend eigenständig alle erforderlichen Umprogrammierungen und Anpassungen an aktuelle Situationen.

Die Kontrolle solch komplexer Systeme erfordert ein enormes Wissen über Funktionsweise und Schwachpunkte der implementierten Algorithmen. Die Nachsorge dieser multifunktionalen, modernen Herzschrittmachersysteme, die individuelle bedarfsgerechte Programmierung und die richtige Interpretation des EKGs dieser Systeme sind ohne Kenntnis der komplexen Algorithmen nicht möglich.

Das Buch stellt die Abläufe der Herzschrittmacher-Nachsorge für den Anfänger systematisch und verständlich dar und kann dem erfahrenen Anwender als Nachschlagewerk dienen. Die ersten Kapitel beschäftigen sich mit den Grundlagen und den Basisfunktionen der Systeme, sowie mit sämtlichen, zurzeit in Anwendung befindlichen Algorithmen. Basisnachsorge und erweiterte Nachsorge werden separat vorgestellt und ausführlich besprochen. In einem weiteren Kapitel werden die Diagnosefunktionen vorgestellt mit systematischer Analyse der gespeicherten Daten, die dem Anwender Informationen zum Rhythmus und Hinweise zur Funktionalität des Herzschrittmachers geben.

Die Programmierempfehlungen schließen das Thema Nachsorge ab. Komplikationen und Störbeeinflussungen im täglichen Leben werden praxisnah dargestellt. Das Kapitel Troubleshooting beschäftigt sich mit der systematischen Analyse von exemplarischen Schrittmacher-EKGs und zeigt viele Beispiele für Fehlprogrammierung, Schrittmacherfehlfunktionen und Fallstricke spezieller Algorithmen.

Da dieses Buch für Fragen und Probleme im Rahmen der Nachsorge konzipiert ist, werden abschließend auch die Themen »Häufige Fragen des Patienten an den Arzt« und »Notfälle bei Schrittmacherpatienten« erörtert. Ein kleines Schrittmacherlexikon erläutert schließlich kurz und prägnant die wichtigsten Fachbegriffe der Herzschrittmachertherapie.

Ein solches Buch gelingt mit Unterstützung vieler kompetenter Helfer. Wir können hier nicht alle namentlich erwähnen, die uns unterstützt haben. Folgenden Personen gilt aber unser besonderer Dank: Herrn Prof. Dr. Gerd Fröhlig (Homburg) für sein Geleitwort, seine kritischen Kommentare und wertvollen Korrekturhinweise. Wichtige Anregungen verdanken wir Herrn Dr. Lars-Immo Krämer (Köln), Mitinitiator des Curriculum »Sachkunde der Herzschrittmachertherapie« der DGK. Dr. Philippe Ritter (Bordeaux) stellte uns freundlicherweise Teile seiner wissenschaftlichen Arbeiten zur Verfügung.

Wir danken den Herstellerfirmen Biotronik, Boston, Sorin und St. Jude für die zur Verfügung gestellten Informationen und Abbildungen. Besonderer Dank gilt der Firma Medtronic für die zusätzliche Überlassung des Simulationsprogramms InterSim, mit dem

viele systematische EKG-Streifen für verschiedene Programmierungen exemplarisch dargestellt werden konnten.

Ein Dank gilt Herrn Küster vom Springer-Verlag, der das Buchprojekt von Anfang an kreativ begleitet hat. Schließlich danken wir herzlich unserer Lektorin Frau Arndt und unserer Projektmanagerin Frau Barton für ihre Geduld und Ausdauer bis zur gelungenen Fertigstellung dieses Buches.

D. Morschhäuser, W. Fischer, M. Jakob

München, Peißenberg und Sulzbach, im Dezember 2010

Über die Autoren



Diana Morschhäuser

Dipl.-Ing. für Biomedizintechnik

Diana Morschhäuser ist im Bereich Cardiac Rhythm Management und Vascular Intervention eines großen Medizintechnikunternehmens tätig. Sie arbeitet seit 1991 im Fachbereich Herzschrittmachertherapie und ist seit 2001 zusätzlich in den Fachgebieten Defibrillator- und Resynchronisationstherapie tätig. Ihre Erfahrung sammelte sie in den Bereichen Produktmanagement, Marketing, Training und Education, sowie in der klinischen Praxis durch die Betreuung von zahlreichen Implantationen, Studien sowie Troubleshooting Cases. Im Rahmen ihrer langjährigen Arbeit hat sie eine umfassende theoretische und praktische Expertise in der Herzschrittmachertherapie erlangt.



Dr. med. Wilhelm Fischer

Seit 1984 Chefarzt der Inneren Abteilung und Ärztlicher Direktor des Krankenhauses Peißenberg. Autor mehrerer Fachbücher – u. a. »Praxis der Herzschrittmachertherapie« (in Zusammenarbeit mit internationalen Experten, in mehreren Sprachen veröffentlicht: Französisch, Deutsch, Englisch, Italienisch, Japanisch). Mitherausgeber der ersten Leitlinien der DGK (»Richtlinien zur Herzschrittmachertherapie«). Mitinitiator und Mitautor des Curriculums »Praxis der Herzschrittmachertherapie« (2001, Update 2007). Mitherausgeber des Bandes 2004/1 Herzschrittmacher & Elektrophysiologie: »Störbeeinflussung von implantierbaren Herzschrittmachern und Defibrillatoren«. 1994 bis 2000 Mitglied des Nucleus der Arbeitsgruppe Herzschrittmacher. Seit Jahrzehnten aktives Mitglied im VDE/DIN der Deutschen Kommission für Elektrotechnik, Mitautor u. a. am Positionspapier »Kernspintomografie bei Patienten mit implantiertem Herzschrittmacher, Defibrillator oder CRT-Gerät« (2012). Er hält internationale und nationale Vorträge und Seminare über »Herzschrittmachertherapie in Theorie und Praxis« (u. a. zusammen mit dem Coautor Dr. Michael Jakob).



Dr. med. Michael Jakob

Leitender Oberarzt der Medizinischen Klinik im Knappschafts-Klinikum Saar GmbH, Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität des Saarlands, seit 1981 schwerpunktmäßig auf dem Gebiet der Elektrophysiologie und Schrittmachertherapie klinisch tätig. Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Herz-Kreislauf-Forschung. Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Herzschrittmacher und Elektrophysiologie. Elected Member der European Working Group on Cardiac Pacing. Mehr als 50 Publikationen und Vorträge auf nationalen und internationalen Kongressen.

Initiator und wissenschaftlicher Leiter des 1. interaktiven Internetforums für SM-EKGs, Kasuistiken und Problemlösungen. Im Rahmen der Verpflichtungen der studentischen Ausbildung des Akademisches Lehrkrankenhauses Tutor mit Vorlesungen über Rhythmologie und Echokardiographie. Seit Jahren als Ausbilder und Referent für alle Teilaspekte der SM-Therapie national wie international tätig. Kursleiter und in Zusammenarbeit mit Dr. Wilhelm Fischer verantwortlich für die Durchführung eines Curriculums der Schrittmachertherapie nach den Vorgaben der DGK.

Dr. Michael Jakob
Klinik für Innere Medizin
Knappschaftskrankenhaus Sulzbach
An der Klinik 10
66280 Sulzbach

Abkürzungsverzeichnis

Ω	Ohm
μA	Microampere
μJ	Microjoule
μT	Microtesla
A	Atrialer Stimulus im Herzschrittmarker-EKG
A00	Vorhofschriftmacher mit asynchroner Stimulation (► Abschn. 1.8)
AAI	P-Wellen-inhibierbarer Vorhofschriftmacher (► Abschn. 1.8)
AAI Safe R	Algorithmus zur Vermeidung ventrikulärer Stimulation
AAT	P-Wellen-getriggelter Vorhofschriftmacher (► Abschn. 1.8)
ACap Confirm	Automatische atriale Impulsamplitudenanpassung
ACC	Active capture control (► Abschn. 2.6.2)
ACM	Atrial capture management (► Abschn. 2.7.2)
ACR	Atrial chamber reset (► Abschn. 2.7.2)
AED	Automatischer externer Defibrillator
AF	Vorhofflimmern (»atrial fibrillation«)
AFib/AFlatt	Vorhofflimmern und/oder Vorhofflattern
AGC	Automatic Gain Control, Automatische Empfindlichkeitsanpassung
Ah	Amperestunden (»ampere-hour«)
AI	Auslöseintervall
AMC	Automatic mode conversion
AMV	Atemminutenvolumen
APP	Atriale Stimationspräferenz (»dynamic atrial overdrive«)
ARP	Atriale Refraktärperiode
ARS	Atriale Frequenzstabilisierung (»atrial rate stabilization«)
AT	Atriale Tachykardie
ATC	Automatic threshold monitoring
ATDR	Atriale Tachykardie Erkennungsfrequenz (»atrial tachycardia detection rate«)
ATR	Atriale Tachyreaktion
ATM	Atriale Amplitudensteuerung (► Abschn. 2.6.2) und Automatic Threshold Monitoring (► Abschn. 2.7.2)
ATP	Antitachykarde Stimulation (»antitachycardia pacing«)
AV	Atrioventrikulär
AVB	AV-Block
AVC	AV-Conduction mode
AVD	AV-Delay
AVI	AV-Intervall nach Vorhofstimulation
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BOL	Beginn der Laufzeit (»begin of life«)
BOS	Beginn der Laufzeit (»begin of service«)
BPEG	British Pacing and Electrophysiology Group
BTS	Bradykardie-Tachykardie-Syndrom
CSS	Karotissinussyndrom (»carotid sinus syndrome«)
CLS	Closed Loop Stimulation (► Abschn. 3.1.3)

CRT	Kardiale Resynchronisationstherapie (»cardiac resynchronization therapy«)
CS	Koronarsinus (»coronary sinus«)
CSM	Karotissinusmassage (»carotid sinus massage«)
DAO	Dynamischer atrialer Overdrive (»dynamic atrial overdrive«)
DCM	Dilatative Kardiomyopathie (»dilative cardiomyopathy«)
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislaufforschung
D00	Modus des Zweikammerschrittmachers (► Abschn. 1.8)
DDD	Modus des Zweikammerschrittmachers (► Abschn. 1.8)
DDD/AMC	AV-Such-Hysterese – Automatic Mode Commutation
DDI	Modus des Zweikammerschrittmachers (► Abschn. 1.8)
DPlus	AV-Such-Hysterese
EF	Auswurfraction (»ejection fraction«)
EGM	Elektrogramm
EKG	Elektrokardiogramm
ELT	Schrittmacher-Reentry-Tachykardie (»endless loop tachycardia«)
EMI	Elektromagnetische Störbeeinflussung (»electromagnetic interference«)
EOL	Ende der Laufzeit (»end of Life«)
EOS	Ende der Laufzeit (»end of service«)
EP	Evoziertes Potential (»evoked potential«)
ER	Evozierte Antwort (»evoked response«)
ERI	Austauschindikator (»elective replacement indicator«)
ERT	Austauschindikator (»elective replacement time«)
ESC	European Society of Cardiology
F_{\max}	Maximalfrequenz, upper rate limit, max. Synchronfrequenz
FFS	Far Field Sensing, R-Wellen Far-Field-Sensing, R-Wellen-Fernfeldwahrnehmung
FMS	Fallback Mode Switch
HCM	Hypertrophe Kardiomyopathie (»hypertrophic cardiomyopathy«)
HOCM	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (»hypertrophic obstructive cardiomyopathy«)
HRS	Heart Rhythm Society (vormals NASPE)
HSM	Herzschrittmacher
HV	Intervall zwischen His-Bündelsignal (His-Elektrogram) und ventrikulärem Signal
Hz	Hertz
Hy	Hysterese, Frequenzhysterese
IC	Integrated circuit
ICD	Implantierbarer Cardioverter Defibrillator
ICHD	Intersociety Commission for Heart Disease Resources
IEC	International Electrotechnical Commission
IEGM	Intrakardiales Elektrogramm
Interval F_{\max}	Intervall der Maximalfrequenz
ipm	Impulse pro Minute, z. B. Stimulationsimpulse pro Minute
IRI	Nahe bevorstehender Austauschindikator (»imminent replacement indicator«)

IS 1	Internationaler Standard No. 1 (Steckernorm)
ISO	International Standard Organization
J	Joule
kΩ	Kiloohm
KHK	Koronare Herzerkrankung
kV	Kilovolt
LV	Linksventrikulär
LVEDD	Linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser
LVEF	Linksventrikuläre Auswurfraction («ejection fraction»)
mA	Milliampere
min ⁻¹	Schläge pro Minute (intrinsische Frequenz)
ms	Millisekunden
MPV	Minimization of pacing in the ventricles
MVP	Managed ventricular pacing
MRI	Kernspintomograph («nuclear magnetic resonance imager»)
MRT	Magnetresonanztomographie
ms	Millisekunden
mT	Millitesla
MTR	Maximum tracking rate
mV	Millivolt
NASPE	North American Society of Pacing and Electrophysiology (jetzt HRS)
NBG Code	NASPE/BPEG Generic Pacemaker Code
NCAP	Nicht-konkurrierende atriale Stimulation («non competitive atrial pacing»)
NIPS	Nicht-invasive programmierbare Stimulation
NMR	Kernspintomograph («nuclear magnetic resonance imager»)
NSP	Störfrequenzsammelperiode («noise sampling period»)
NYHA	Herzinsuffizienzklasse (New York Heart Association)
O ₂	Sauerstoff (Oxygen)
P	Spontane P-Welle
PAC	SVES, Atriale Extrasystole («premature atrial contraction»)
PAV	Paced-AV-Intervall, AV-Intervall nach Vorhofstimulation
PAVB	Postatriales ventrikuläres Blanking
PEA	Peak endocardial acceleration (► Abschn. 3.1.4)
PEI	Preinjection interval
PEPS	Postextrasystolische Pausensuppression
PES	Programmierte Elektrische Stimulation
PMOP	Post Mode Switch Overdrive Pacing
PMT	Schrittmachervermittelte Tachykardie («pacemaker mediated tachycardia»)
PP	P-P-Intervall; atriales Intervall von P-Welle zu P-Welle
PR	P-R-Intervall; Intervall zwischen P-Welle und der darauffolgenden R-Zacke
PSA	Pacing System Analyzer
PVAB	Postventrikuläres atriales Blanking
PVARP	Postventrikuläre atriale Refraktärperiode
PVC	VES, Ventrikuläre Extrasystole («premature ventricular contraction»)
PVI	AV-Intervall nach atrialer Wahrnehmung

R	Spontane R-Welle
RAM	Random access memory
ROM	Read only memory
RR	R-R-Intervall; ein ventrikuläres Intervall
RRT	Austauschindikator (»recommended replacement time«)
RV	Rechtsventrikulär
RythmiQ	Algorithmus zur Vermeidung ventrikulärer Stimulation
Safe R	Algorithmus zur Vermeidung ventrikulärer Stimulation
SAV	Sensed AV-Intervall, AV-Intervall nach Vorhofwahrnehmung
SBR	Spontane Brady Reaktion (► Abschn. 3.2.2)
SCD	Plötzlicher Herztod (»sudden cardiac death«)
SI	Stimulationsintervall
SKS	Sinusknotensyndrom
SM	Schrittmacher
SR	Sinusrhythmus
SSS	Sinusknotensyndrom (»sick sinus syndrome«)
ST	Sinustachykardie
SVES	Supraventrikuläre Extrasystole
SVT	Supraventrikuläre Tachykardie
TARP	Totale atriale Refraktärperiode
TDR	Tachykardie Erkennungsfrequenz (»tachycardia detection rate«)
TENS	Transkutane elektrische Nervenstimulation
URI	Intervall der maximalen Grenzfrequenz (»upper rate interval«)
URL	Maximale Grenzfrequenz, F_{\max} (»upper rate limit«)
V	Volt
V	Ventrikulärer Stimulus im Schrittmacher-EKG
V00	Modus des Kammerschrittmacher (► Abschn. 1.8)
VA	Ventrikuloatrial
VA-Intervall	Atriales Erwartungsintervall nach einem ventrikulären Ereignis
VDD	P-Wellen-getriggelter Ventrikelschrittmacher (► Abschn. 1.8)
VES	Ventrikuläre Extrasystole
VF	Kammerflimmern (»ventricular fibrillation«)
VRP	Ventrikuläre Refraktärperiode
VRS	Ventrikuläre Frequenzstabilisierung (»ventricular rate stabilization«)
VSF	Ventrikuläres Sicherheitsfenster
VSS	Ventrikulärer Sicherheitsstimulus
VT	Ventrikuläre Tachykardie
VVI	R-Wellen-inhibierbarer Kammerschrittmacher (► Abschn. 1.8)
VVS	Vasovagales Syndrom
VVT	R-Wellen-getriggelter Kammerschrittmacher (► Abschn. 1.8)
WARAD	Vorzeitigkeitsfenster (»window of atrial rate acceleration detection«)

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
1.1	Schrittmacheraufbau.....	3
1.2	Schrittmachersonden.....	3
1.3	Konfiguration unipolar/bipolar.....	5
1.4	Parameter Stimulation/Wahrnehmung.....	7
1.5	Internationale Kodierung von Schrittmachern und Sonden.....	12
1.6	Schrittmacher-EKG.....	13
1.7	Zeitintervalle – Frequenzen – Refraktärzeiten.....	18
1.8	Stimulationsbetriebsarten.....	29
1.9	Limitierung der ventrikulären Maximalfrequenz bei totalem AV-Block.....	37
2	Schutzfunktionen	43
2.1	Ventrikuläre Sicherheitsstimulation – Vermeidung von AV-Crosstalk.....	44
2.2	Algorithmen zum Schutz vor schrittmacherbeteiligten Tachykardien.....	45
2.3	Algorithmen zur Vermeidung von Vorhofftachyarrhythmien/ Präventionsalgorithmen.....	55
2.4	Algorithmen zur Terminierung von Vorhoffarrhythmien.....	56
2.5	Automatische Empfindlichkeitsanpassung.....	57
2.6	Automatische Anpassung der ventrikulären Impulsamplitude.....	58
2.7	Automatische Anpassung der atrialen Impulsamplitude.....	59
2.8	Automatische Sondenüberwachung.....	61
2.9	Störmodus.....	61
2.10	Bedingt MR-sichere Herzschrittmachersysteme.....	61
3	Algorithmen zur Optimierung der Hämodynamik	63
3.1	Frequenzadaptation.....	64
3.2	Weitere Algorithmen, die zu einer Frequenzanpassung führen.....	66
3.3	AV-Intervall.....	67
3.4	Algorithmen zur Vermeidung unnötiger rechtsventrikulärer Stimulation bei DDD-Systemen.....	71
3.5	Algorithmen zur Förderung der intrinsischen Frequenz.....	74
4	Basisnachsorge	77
4.1	Apparative Ausstattung.....	78
4.2	Anamnese.....	78
4.3	Klinische Untersuchung.....	78
4.4	Ruhe-EKG.....	78
4.5	Schrittmacherabfrage der programmierten Daten und Übersicht.....	78
4.6	Batteriestatus.....	80
4.7	Analyse der Diagnostik/Statistik/Holter.....	80
4.8	Sondenstatus.....	81
4.9	Sensingtest.....	83
4.10	Reizschwellentest.....	88
4.11	Nachsorgeabschluss.....	89