

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
1.1	Schrittmacheraufbau	3
1.1.1	Einkammerschrittmacher	3
1.1.2	Zweikammerschrittmacher	3
1.1.3	Biventrikulärer Schrittmacher	5
1.1.4	Sondenloser Herzschrittmacher (Leadless Pacemaker)	5
1.2	Schrittmachersonden	6
1.3	Konfiguration unipolar/bipolar	8
1.3.1	Unipolare Konfiguration	8
1.3.2	Bipolare Konfiguration (■ Abb. 1.13)	8
1.4	Parameter Stimulation/Wahrnehmung	9
1.4.1	Stimulation	9
1.4.2	Wahrnehmung (Sensing/Detektion)	11
1.5	Internationale Kodierung von Schrittmachern und Sonden	14
1.6	Schrittmacher-EKG	16
1.6.1	Schrittmacherstimulus	16
1.6.2	Pseudofusionen – Fusionen – Pseudopseudofusionen	16
1.6.3	Lagetyp	17
1.7	Zeitintervalle – Frequenzen – Refraktärzeiten	19
1.7.1	Stimulationsintervall	20
1.7.2	Auslöseintervall	20
1.7.3	Grundintervall/Grundfrequenz	21
1.7.4	AV-Intervall	21
1.7.5	Frequenzhysteresis	23
1.7.6	Maximale Sensorfrequenz	24
1.7.7	Maximalfrequenz/obere Grenzfrequenz	24
1.7.8	Ausblendzeit (Blanking)	24
1.7.9	Refraktärperioden	27
1.7.10	Übersicht der Zeitintervalle und Refraktärzeiten in VVI-, AAI- und DDD-Herzschrittmachern	29
1.8	Stimulationsbetriebsarten	30
1.8.1	Ventrikuläre Schrittmachersysteme	30
1.8.2	Atriale Schrittmachersysteme	33
1.8.3	Zweikammersystem mit Single Lead	37
1.8.4	Zweikammerschrittmacher	38
1.9	VVIR: chronotrope Inkompetenz bei Bradyarrhythmia absoluta – Limitierung der ventrikulären Maximalfrequenz bei totalem AV-Block	42
1.9.1	Limitierung durch Maximalfrequenz – Wenckebach-Verhalten	42
1.9.2	Limitierung durch TARP – 2:1-(n:1)-Blockverhalten	43
	Literatur	45
2	Schutzfunktionen	47
2.1	Ventrikuläre Sicherheitsstimulation – Vermeidung von AV-Crosstalk	49
2.2	Algorithmen zum Schutz vor schrittmacherbeteiligten Tachykardien	50

2.2.1	Schrittmacher-Reentry-Tachykardien – PMT-Schutz	52
2.2.2	Vorhoffarrhythmien mit hochfrequenter Ventrikelerstimulation – Mode-Switch	59
2.3	Algorithmen zur Vermeidung von Vorhofftachyarrhythmien/ Präventionsalgorithmen	61
2.3.1	Overdrive-Algorithmus	61
2.3.2	Postextrasystolische Pausensuppression (PEPS)	61
2.3.3	Frequenzbeschleunigung bei häufigen AES	61
2.3.4	Post Mode-Switch Overdrive Pacing (PMOP)	61
2.3.5	Atriale Flatter-Reaktion	61
2.4	Algorithmen zur Terminierung von Vorhoffarrhythmien	62
2.4.1	Automatische antitachykarde Stimulation	62
2.4.2	Anwender-ausgelöste antitachykarde Stimulation	62
2.5	Automatische Empfindlichkeitsanpassung	63
2.6	Automatische Anpassung der ventrikulären Impulsamplitude	63
2.6.1	Periodische Anpassung der Amplitude	64
2.6.2	Beat-to-Beat-Anpassung der Amplitude	64
2.7	Automatische Anpassung der atrialen Impulsamplitude	64
2.7.1	Überprüfung der atrialen Reizschwelle mit Hilfe der intrinsischen AV-Überleitung ...	65
2.7.2	Überprüfung der atrialen Reizschwelle mit Hilfe intrinsischer Vorhofsignale	65
2.7.3	Überprüfung der atrialen Reizschwelle mit Hilfe des evozierten Potenzials	66
2.8	Automatische Sondenüberwachung	66
2.9	Störmodus	67
2.10	MRT-Untersuchungen bei Patienten mit Herzschrittmachern	67
2.10.1	MRT-Untersuchungen mit konventionellen nicht bedingt MR-sicheren Herzschrittmachern	68
2.10.2	MRT-Untersuchungen mit bedingt MR-sicheren Herzschrittmachersystemen	69
2.10.3	Vorbereitung für die MRT-Untersuchung und Umprogrammierung in den MRT-Modus	69
2.10.4	Überwachung und Beendigung der MRT-Untersuchung	71
	Literatur	72
3	Algorithmen zur Optimierung der Hämodynamik	73
3.1	Frequenzadaptation	74
3.1.1	Aktivitätssensor	74
3.1.2	Atemminutenvolumensensor	75
3.1.3	Kontraktilität – Closed Loop Stimulation (CLS)	75
3.1.4	Peak Endokardial Akzeleration (PEA)	75
3.1.5	QT-Intervallsensor	76
3.1.6	Temperatursensor	76
3.1.7	Sensorkombinationen	76
3.2	Weitere Algorithmen, die zu einer Frequenzanpassung führen	77
3.2.1	Frequenzglättungsalgorithmen	77
3.2.2	Frequenzanhebung bei Karotissinussyndrom	77
3.3	AV-Intervall	78
3.3.1	AV-Intervalloptimierung	78
3.3.2	Anpassungen des AV-Intervalls	81
3.4	Algorithmen zur Vermeidung unnötiger rechtsventrikulärer Stimulation bei DDD-Systemen	82

3.4.1	AV-Hysteresen	82
3.4.2	Algorithmen mit Modusumschaltung von AAI nach DDD und zurück; Minimization of Pacing in the Ventricles (MPV)	84
3.5	Algorithmen zur Förderung der intrinsischen Frequenz	84
3.5.1	Frequenzhysterese	84
3.5.2	Frequenzabsenkung in Ruhephasen	87
	Literatur	87
4	Basisnachsorge	89
4.1	Apparative Ausstattung	90
4.2	Anamnese	90
4.3	Klinische Untersuchung	90
4.4	Ruhe-EKG	90
4.5	Schrittmacherabfrage der programmierten Daten und Übersicht	91
4.5.1	Schrittmacherabfrage mit RF-Telemetrie	91
4.6	Batteriestatus	92
4.7	Analyse der Diagnostik/Statistik/Holter	93
4.8	Sondenstatus	95
4.9	Sensingtest	95
4.9.1	Manueller Sensingtest	96
4.9.2	Halbautomatischer Sensingtest	99
4.9.3	Vollautomatischer Sensingtest	100
4.10	Reizschwellentest	100
4.10.1	Ventrikulärer Reizschwellentest	102
4.10.2	Atrialer Reizschwellentest	102
4.11	Nachsorgeabschluss	103
5	Erweiterte Nachsorge	105
5.1	Wenckebach-Punktbestimmung	106
5.2	Retrograder Leitungstest	107
5.3	Magnettest	107
5.4	Inhibitionstest	108
5.5	Provokationstest	109
5.6	Belastungstest	109
5.7	Simulation	109
5.8	Langzeit EKG Untersuchungen	110
5.9	Röntgendiagnostik	110
5.10	Echokardiographie	111
5.11	Telemonitoring	111
	Literatur	113
6	Diagnosefunktionen	115
6.1	Ereigniszähler/Statistiken	116
6.1.1	Ereigniszähler mit Frequenzzuordnung	116
6.1.2	Zustandshistogramm/Ereignisfolge	116
6.2	Herzfrequenzanalyse	117
6.2.1	24-Stunden-Herzfrequenzkurve	117

6.2.2	Gemittelte Herzfrequenzkurve im Langzeitverlauf	117
6.3	Arrhythmiediagnostik	118
6.3.1	Episodenzähler	118
6.3.2	Aufzeichnung intrakardialer Elektrogramme mit Markerannotation	119
6.4	Überprüfung der Sensorfunktionen	119
6.4.1	Sensorhistogramme	119
6.5	Monitorfunktion Sensingwerte	119
6.6	Reizschwellentrend	120
6.7	Sondenimpedanztrend	121
6.8	AV-Überleitungsdiagnostik	122
6.9	Programmierempfehlungen auf Basis von Diagnosedaten	123
6.10	Herzinsuffizienzdiagnostik	123
6.10.1	Flüssigkeitsstatus-Überwachung	123
6.10.2	Herzfrequenzvariabilität	123
6.11	Schlafapnoediagnostik	123
6.12	Limitationen von Diagnosefunktionen	124
7	Programmierung	125
7.1	Modus	127
7.2	Frequenzen	127
7.2.1	Grundfrequenz	127
7.2.2	Maximalfrequenz (bei DDD/VDD-Systemen)	127
7.2.3	Mode-Switch-Auslösefrequenz bei VDD/DDD-Systemen	127
7.2.4	Maximale Sensorfrequenz	128
7.2.5	Frequenzhysterese	128
7.2.6	Fallbackfrequenz	128
7.3	PV/AV-Intervalle/AV-Korrekturen	128
7.3.1	PV/AV-Intervall bei Patienten mit ausreichender oder überwiegender intrinsischer AV-Überleitung	128
7.3.2	AV-Korrektur bei Patienten mit ausreichender oder überwiegender eigener AV-Überleitung	128
7.3.3	PV/AV-Intervall bei Patienten mit AV-Blockierungen	129
7.3.4	AV-Korrektur bei Patienten mit AV-Blockierungen	129
7.3.5	Programmierung von AV-Intervall und AV-Korrektur ohne Optimierung	129
7.3.6	Frequenzadaptives AV-Intervall	129
7.4	Blanking und Refraktärzeiten	130
7.4.1	Ventrikuläre Refraktärzeit (VRP) beim Ein- und Zweikammerschrittmacher	130
7.4.2	Postatriales ventrikuläres Blanking (PAVB) beim Zweikammerschrittmacher	130
7.4.3	Ventrikuläre Sicherheitsstimulation beim Zweikammerschrittmacher	130
7.4.4	Atriale Refraktärzeit (ARP) im AAI-Schrittmacher	130
7.4.5	Postventrikuläres atriales Blanking (PAVB) beim Zweikammerschrittmacher	130
7.4.6	Postventrikuläre atriale Refraktärzeit (PVARP) beim Zweikammerschrittmacher	131
7.4.7	Totale atriale Refraktärperiode (TARP) beim Zweikammerschrittmacher	131
7.5	Stimulations- und Wahrnehmungsparameter	131
7.5.1	Impulsamplitude im Vorhof und Ventrikel	131
7.5.2	Impulsdauer im Vorhof und Ventrikel	132
7.5.3	Stimulationspolarität im Vorhof und Ventrikel	132
7.5.4	Wahrnehmungspolarität im Vorhof und Ventrikel	132

7.5.5	Empfindlichkeit im Ventrikel	132
7.5.6	Empfindlichkeit im Vorhof	133
7.6	Zusammenfassung der Programmierempfehlungen	133
	Literatur	136
8	Komplikationen	137
8.1	Komplikationen postoperativ	138
8.1.1	Hämatom	138
8.1.2	Luftpolster in der Schrittmachertasche („air trapping“)	138
8.1.3	Pneumothorax, Hämatothorax und Hämomediastinum.	138
8.1.4	Postoperative Kreislauf- regulationsstörungen	139
8.1.5	Perioperative Komplikationen.	140
8.2	Komplikationen postoperativ und im Langzeitverlauf	140
8.2.1	Infektion	140
8.2.2	Migration/Perforation des Schrittmachergehäuses	141
8.2.3	Pektoralisstimulation (Muskelzucken)	141
8.2.4	Zwerchfellstimulation	142
8.2.5	Thrombosen und Thromboembolien	142
8.2.6	Sondenprobleme	142
8.2.7	Konnektorprobleme	148
8.2.8	Fluktuation der Stimulations- und Wahrnehmungsschwellen	150
8.2.9	Schrittmacherdefekte	151
	Literatur	151
9	Troubleshooting	153
9.1	Schrittmacher-EKG-Analyse	155
9.1.1	Stimulation	155
9.1.2	Lagetyp	155
9.1.3	Sensing	156
9.1.4	Frequenz	156
9.1.5	Zeitintervalle	156
9.2	Auffällige EKG-Befunde	156
9.2.1	T-Negativität	156
9.2.2	Tremor	156
9.2.3	Bewegungsartefakte	156
9.2.4	Elektromagnetische Einkopplungen	158
9.2.5	Signale der Impedanzmessung bei AMV-Sensoren	158
9.3	Wahrnehmungsprobleme	158
9.3.1	Undersensing	158
9.3.2	Oversensing	161
9.3.3	Fallstrick: Automatischer Sensingtest	166
9.4	Stimulationsprobleme	168
9.4.1	Exitblock	168
9.5	Tachykardien bei Schrittmacherpatienten	168
9.5.1	Spontane Tachykardien	169
9.5.2	Schrittmacherbeteiligte Tachykardien	170
9.6	Frequenzabfallreaktion	172

9.7	Fallstricke	172
9.7.1	Schrittmacher und Monitorüberwachung	172
9.7.2	Fallstricke bei der Nachsorge	175
9.8	Zusammenfassung	179
9.8.1	Checkliste	179
	Literatur	180
10	Antworten auf häufige Patientenfragen	181
10.1	Allgemeine Fragen	182
10.2	Störbeeinflussung/Patientensicherheit	184
10.2.1	Störbeeinflussungen im häusliches Umfeld	184
10.2.2	Störbeeinflussungen durch Umwelteinflüsse	185
10.2.3	Störbeeinflussungen im beruflichen Umfeld	185
10.2.4	Störbeeinflussungen im medizinischen Umfeld	189
10.2.5	Übersicht der Störquellen	189
10.3	Nachsorgen im Ausland	190
	Literatur	190
11	Notfälle und Probleme bei Herzschrittmacherpatienten	191
11.1	Notfallsituationen während der Schrittmachernachsorge	192
11.2	Notfallsituationen unabhängig von der Schrittmachernachsorge	192
11.2.1	Reanimation	192
11.2.2	Problemlösung durch Umprogrammierung	192
12	Schrittmacherindikationen und Systemauswahl	195
12.1	Indikationen	196
12.2	Systemwahl	196
	Literatur	196
13	Neue Trends/Ausblick	197
	Literatur	199
	Serviceteil	
	Anhang	202
	Schrittmacherlexikon	206
	Stichwortverzeichnis	219