

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen	13
1 Unterschiede zwischen Schrittmacher und Defibrillator in Zeiten von Cardiac Rhythm Management	14
<i>J. Carlsson, G. Fröhlig, J. Neuzner</i>	
2 Elektrophysiologische Grundlagen	16
2.1 Bradykarde Herzrhythmusstörungen	16
<i>B. Lemke, T. Deneke</i>	
2.1.1 Sinusknotensyndrom	16
<i>B. Lemke, T. Deneke</i>	
2.1.2 Atrioventrikuläre Leitungsstörungen	21
<i>B. Lemke, T. Deneke</i>	
2.1.3 Intraventrikuläre Leitungsstörungen	31
<i>B. Lemke, T. Deneke</i>	
2.1.4 Bradyarrhythmie bei Vorhofflimmern	33
<i>T. Deneke, B. Lemke</i>	
2.2 Tachykarde Herzrhythmusstörungen	37
<i>J. Neuzner</i>	
2.2.1 Störung der Erregungsbildung	37
2.2.2 Störung der Erregungsleitung	38
2.2.3 Supraventrikuläre Tachykardien	39
2.2.4 Ventrikuläre Tachyarrhythmien	40
2.2.5 Tachyarrhythmien bei genetisch bedingten „elektrischen Herzerkrankungen“	42
2.2.6 Monomorphe ventrikuläre Tachykardien ohne strukturelle Herzerkrankung	43
3 Hämodynamische Grundlagen	45
<i>M. Kindermann, G. Fröhlig</i>	
3.1 Atriale Ebene	45
3.2 Atrioventrikuläre Konnektion	47
3.3 Ventrikuläre Ebene	50
3.4 Spontane Asynchronie	51
3.5 Asynchronie durch rechtsventrikuläre Stimulation	54
3.6 Resynchronisation (CRT)	56
3.7 Chronotropie	60
Diagnostik und Indikation	69
4 Diagnostik	70
4.1 Synkopendiagnostik	70
<i>G. Fröhlig</i>	
4.1.1 Einleitung	70
4.1.2 Primärdiagnostik	71
4.1.3 Risikoorientiertes Vorgehen	73
4.1.4 Pragmatischer Algorithmus	73
4.1.5 Weiterführende diagnostische Tests	75
4.2 Kardiologische Basisdiagnostik	79
<i>J. Neuzner</i>	
4.2.1 Einführung	79
4.2.2 Allgemeine Maßnahmen	79
4.2.3 Zusätzliche Diagnostik bei besonderen Schrittmacherindikationen	80
4.3 Asynchronie-Workup	83
<i>M. Kindermann</i>	
4.3.1 Häufigkeit und Ursachen ineffektiver CRT ..	83
4.3.2 Die verlängerte QRS-Dauer als Surrogatparameter der Asynchronie	84
4.3.3 Relevanz der Asynchroniemechanismen für die CRT	85
4.3.4 Echokardiografische Erfassung der mechanischen Asynchronie	86

5	Indikationen zur Device-Therapie	92
5.1	Antibradykarde Stimulation	92
5.1.1	Einleitung	92
	<i>B. Lemke</i>	
5.1.2	Sinusknotensyndrom	94
	<i>B. Lemke</i>	
5.1.3	Prävention atrialer Tachyarrhythmien	98
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.1.4	Atrioventrikuläre Leitungsstörungen	100
	<i>B. Lemke</i>	
5.1.5	Intraventrikuläre Leitungsstörungen	106
	<i>B. Lemke</i>	
5.1.6	Bradyarrhythmie bei Vorhofflimmern	110
	<i>B. Lemke, T. Deneke</i>	
5.1.7	Atrioventrikuläre und intraventrikuläre Leitungsstörungen nach Myokardinfarkt	113
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.1.8	Bradykarde Rhythmusstörungen nach Herzoperation	115
	<i>A. Markewitz</i>	
5.1.9	Karotissinusyndrom	121
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.1.10	Vasovagales Syndrom	123
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.1.11	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie	129
	<i>J. Neuzner</i>	
5.1.12	Long-QT-Syndrom	135
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.1.13	Schlafapnoe-Syndrom	137
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.1.14	Indikationen zur temporären Stimulation	137
	<i>G. Fröhlig</i>	
5.2	Kardiale Resynchronisation	138
	<i>B. Lemke, C.W. Israel</i>	
5.2.1	Einleitung	138
5.2.2	Kardiale Resynchronisation bei NYHA-Stadium III/IV	140
5.2.3	Kardiale Resynchronisation bei NYHA-Stadium I/II	143
5.2.4	Kardiale Resynchronisation bei Patienten mit permanentem Vorhofflimmern	147
5.2.5	Kardiale Resynchronisation bei Herzinsuffizienz und konventioneller Schrittmacherindikation	149
5.3	Indikationen zur Defibrillatortherapie	153
	<i>J. Carlsson</i>	
5.3.1	Plötzlicher Herztod	153
5.3.2	Historische Entwicklung der Indikationen	154
5.3.3	Studien zur Sekundärprophylaxe	155
5.3.4	Studien zur Primärprophylaxe	157
5.3.5	Andere Erkrankungen	165
5.3.6	Leitlinien zur Indikationsstellung	167
5.3.7	Realität	171
5.3.8	Spezielle Probleme der Indikationsstellung	172
5.3.9	Aufklärung des Patienten	176
5.3.10	Ausblick	177
5.4	Indikation zur Cardiac Contractility Modulation (CCM)	182
	<i>Ch. Butter</i>	
5.4.1	Einleitung	182
5.4.2	Klinische Evidenz	182
5.4.3	Patientenauswahl	183
5.4.4	Ausblick	183
6	Systemwahl	185
6.1	Schrittmacher	185
	<i>G. Fröhlig, B. Lemke, A. Markewitz</i>	
6.1.1	Mortalität	185
6.1.2	Vorhofflimmern	186
6.1.3	Thromboembolien, Schlaganfall	186
6.1.4	Belastbarkeit, Lebensqualität und Herzinsuffizienz	187
6.1.5	Komplikationen	188
6.1.6	Differenzialtherapie	189
6.2	Defibrillator	198
	<i>J. Carlsson, A. Erdogan, J. Neuzner</i>	
6.2.1	Einleitung	198
6.2.2	Zweikammer- oder Einkammer-ICD?	199
6.2.3	Indikationen für ein Zweikammersystem	204
6.2.4	ICD mit biventrikulärem Pacing	205
6.2.5	Defibrillatorweste	205
6.2.6	Der subkutane Defibrillator	206
6.2.7	Der VDD-Defibrillator	206
6.2.8	Leitlinien	206
6.2.9	Sekundäre Kriterien zur Aggregatauswahl	207
6.2.10	Ausblick	208
6.3	Wann CRT-P, wann CRT-D?	211
	<i>J. Neuzner</i>	
6.3.1	Argumente für die Implantation eines CRT-D-Systems	212
6.3.2	Argumente für die Implantation eines CRT-P-Systems	212
6.4	Wann ICD mit CRT?	214
	<i>J. Neuzner</i>	
6.4.1	Die Rolle progressiver Herzinsuffizienz in der Defibrillatortherapie	214
6.4.2	Prognoseverschlechterung durch ICD-Therapien bei Modifikation des Arrhythmiesubstrats	214
6.4.3	Prognoseverschlechterung durch anti-bradykarde rechtsventrikuläre Stimulation	215

Technik und Implantation	219
7 Grundfunktionen	220
7.1 Technische Grundlagen implantierbarer Herzschrittmacher und Cardioverter-Defibrillatoren	220
<i>W. Koglek</i>	
7.1.1 Aggregatgehäuse	220
7.1.2 Stromversorgung (Batterie)	221
7.1.3 Ausgangsschaltkreis	225
7.1.4 Schrittmacher-Stimulationsimpulse	225
7.1.5 Stimulationsimpedanz (Sondenimpedanz)	226
7.1.6 Von der Niederspannung zur Hochspannung	226
7.1.7 HV-Kondensatoren	227
7.1.8 Mono- und biphasische Schockimpulse	229
7.1.9 Gespeicherte und abgegebene Energie	230
7.1.10 Eingangsschaltkreis, Wahrnehmungsverstärker (sense amplifier)	230
7.1.11 Magnetschalter (reed switch)	231
7.1.12 Mikroprozessor, Zeitgeber- und Kontrollschaltung	231
7.1.13 Datenspeicher (Memory) ROM, RAM	232
7.1.14 Telemetriemodul	232
7.1.15 ICD-Pulsgenerator	233
7.1.16 Unipolare, bipolare Stimulation, unterschiedliche Stimulationsvektoren	233
7.2 Wahrnehmung	233
<i>G. Fröhlig</i>	
7.2.1 Das Elektrogramm	234
7.2.2 Korrekte Wahrnehmung wird bei der Implantation begründet	234
7.2.3 Signalvariation und Sicherheitsmarge für die Wahrnehmung	235
7.2.4 Detektion versus Diskrimination	236
7.2.5 Störsignale	238
7.2.6 Signal-Stör-Abstand	239
7.3 Stimulation	240
7.4 Defibrillation	243
<i>J. Neuzner, R. Willems, G. Fröhlig</i>	
7.4.1 Kammerflimmern, plötzlicher Herztod	243
7.4.2 Historischer Hintergrund	244
7.4.3 Elektrophysiologie des Kammerflimmerns	244
7.4.4 Mechanismen der Defibrillation	245
7.4.5 Technische Aspekte der Defibrillation mit implantierbaren Defibrillatoren	245
7.5 Technik der Cardiac Contractility Modulation	251
<i>Ch. Butter</i>	
7.5.1 Grundlagen	251
7.5.2 Implantation	251
7.5.3 Dauerbetrieb	253
8 Sonden	255
8.1 Sondenaufbau	255
<i>G. Fröhlig</i>	
8.2.2 ICD-Sonden	265
8.2 Auswahlkriterien	258
8.2.1 Schrittmachersonden	258
<i>G. Fröhlig</i>	
8.2.3 Linksherzsonden	269
<i>R. Gradaus</i>	
9 Implantation von Herzschrittmachern und implantierbaren Cardioverter-Defibrillatoren	275
<i>A. Markewitz</i>	
9.1 Einleitung	275
9.2 Auswahl des Aggregats und der Sonden	275
9.2.1 Aggregate	275
9.2.2 Sonden	276
9.3 Voraussetzungen für die Schrittmacherimplantation	277
9.3.1 Infrastrukturelle Voraussetzungen	277
9.3.2 Apparative Voraussetzungen	277
9.3.3 Personelle Voraussetzungen	278
9.4 Vorbereitung der Operation	279
9.4.1 Präoperative Diagnostik	279
9.4.2 Thrombozytenaggregations- und Gerinnungshemmung	279
9.4.3 Ambulant oder stationär	279
9.4.4 Antibiotikaprophylaxe	279
9.4.5 Aufklärung	280
9.4.6 Prämedikation	280
9.4.7 Venöser Zugang	280

9.5	Operation	280	9.8	Reoperationen bei Schrittmacher und ICD	301
9.5.1	Auswahl der Implantationsseite	280	9.8.1	Einleitung	301
9.5.2	Anbringen der externen Defibrillationselektroden	281	9.8.2	Präoperative Vorbereitungen	302
9.5.3	Desinfektion und Abdeckung	281	9.8.3	Operation	302
9.5.4	Auswahl des Narkoseverfahrens	281	9.9	Implantation von Koronarvenensonden zur Resynchronisationstherapie	307
9.5.5	Hautschnitt	282	R. Gradaus		
9.5.6	Venöser Zugang und Sondenvorschub	282	9.9.1	Apparative Voraussetzungen	307
9.5.7	Sondenplatzierung	285	9.9.2	Personelle Anforderungen	307
9.5.8	Intraoperative Messungen	293	9.9.3	Vorbereitung des Patienten	307
9.5.9	Abschluss des Eingriffs	296	9.9.4	Venöser Zugang	308
9.6	Postoperative Therapie	298	9.9.5	Operationsablauf	308
9.6.1	Allgemeines	298	9.9.6	Anatomie des Koronarsinus	308
9.6.2	Programmierung des Aggregats und Schrittmacher-/ICD-Ausweis	298	9.9.7	Sondierung des Koronarsinus	309
9.6.3	Postoperative Röntgenkontrolle	298	9.9.8	Phlebografie des Koronarsinus	310
9.6.4	Entlassungstest bei ICD-Systemen	298	9.9.9	Platzierung der LV-Sonde	311
9.7	Perioperative Komplikationen	299	9.9.10	Repositionierung dislozierter CS-Sonden ..	317
9.7.1	Akute Komplikationen während der Implantation	299	9.9.11	Extraktion von CS-Sonden	318
9.7.2	Postoperative Frühkomplikationen	300			
	Programmierung und Funktionen	323			
10	Schrittmacherfunktion	324			
10.1	Programmierbare Standardparameter ..	324	10.2.3	Algorithmen, die die basale oder sensorbestimmte Stimulationsfrequenz reduzieren	346
	<i>W. Koglek, J. Brandl</i>		G. Fröhlig		
10.1.1	Stimulationsintervall (SI), Stimulationsfrequenz	324	10.2.4	Algorithmen, die zu einer erhöhten Basisfrequenz führen	350
10.1.2	Das Erwartungs- oder Escape-Intervall (EI) ..	325	G. Fröhlig		
10.1.3	Maximalfrequenz, obere Grenzfrequenz („upper rate limit“, „max tracking rate“) ..	325	10.2.5	Frequenzadaptive Stimulation	353
10.1.4	Atriale/ventrikuläre Impulsamplitude und Impulsdauer	326	G. Fröhlig		
10.1.5	Atriale und ventrikuläre Stimulationspolarität	326	10.2.6	Algorithmen zur Vermeidung/Unterbrechung von Schrittmachertachykardien (PMT, ELT)	361
10.1.6	Atriale und ventrikuläre Empfindlichkeit ..	326	G. Fröhlig		
10.1.7	Atriale und ventrikuläre Wahrnehmungspolarität	326	10.2.7	Hämodynamische Optimierung von Zweikammer- und CRT-Systemen	367
10.1.8	Refraktärperioden	326	A. Kloppe, T. Deneke, G. Fröhlig		
10.1.9	Ausblendzeiten (Blanking)	327	10.2.8	Algorithmen zum Erhalt der intrinsischen AV-Überleitung	389
10.1.10	Ventrikuläre Sicherheitsstimulation (Safety Pacing)	328	G. Fröhlig		
10.1.11	AV-Intervalle	329	10.2.9	Algorithmen, die zur Verkürzung des AV-Delays führen	397
10.1.12	Stimulationsarten	330	G. Fröhlig		
10.2	Anpassung und Algorithmen	334	10.2.10	Management atrialer Tachykardien	400
10.2.1	Algorithmen zur Output-Regelung	334	G. Fröhlig		
	<i>G. Fröhlig</i>		10.2.11	Algorithmen zur Vermeidung und Terminierung atrialer Tachyarrhythmien ..	412
10.2.2	Algorithmen zur Regelung der Wahrnehmungsempfindlichkeit	341	G. Fröhlig		
	<i>G. Fröhlig</i>				

10.3	Schrittmachernachsorge und -programmierung	422	10.4.3	Synkope bei Schrittmacherträgern	460
	<i>W. Koglek</i>		10.4.4	Herzinsuffizienz bei Schrittmacherträgern	460
10.3.1	Voraussetzungen und Ablauf	422	10.4.5	Unklare entzündliche Konstellation	461
10.3.2	Erste postoperative Kontrolle	423	10.5	Besonderheiten der Nachsorge von Resynchronisationssystemen	462
10.3.3	Erste indikationsbezogene Einstellung der Schrittmacherparameter	430	<i>G. Fröhlig</i>		
10.3.4	Erste Schrittmacherkontrolle	437	10.5.1	Elektrodenkonfiguration	462
10.4	Troubleshooting	451	10.5.2	Ventrikuläre EKG-Morphologie	463
	<i>W. Koglek, G. Fröhlig</i>		10.5.3	Ventrikuläre Reizantwort	463
10.4.1	Bradykardie	451	10.5.4	Phrenikus-Mitstimulation (PNS)	465
10.4.2	Tachykardie	453	10.5.5	Wahrnehmung	466
			10.5.6	Förderung des Resynchronisationseffekts .	467
11	ICD-Funktion				477
11.1	ICD-Detektionsalgorithmen	477	11.5	Begleittherapie	524
	<i>W. Koglek, J. Brandl</i>		<i>A. Buob, J. Jung</i>		
11.1.1	Wahrnehmungsfunktion	477	11.5.1	Medikamentöse antiarrhythmische Begleittherapie	524
11.1.2	Blanking- und Refraktärzeiten	477	11.5.2	Katheterablation bei ICD-Patienten	527
11.1.3	Automatische Wahrnehmungsanpassung .	478	11.6	Technische Nachsorge	531
11.1.4	Detektionsalgorithmen	485	<i>J. Jung, A. Buob</i>		
11.2	Painfree-Konzept	511	11.6.1	Apparative Ausstattung	531
	<i>J. Neuzner</i>		11.6.2	Anamnestische Angaben und klinischer Befund	531
11.3	Schockparameter	516	11.6.3	Apparative Nachsorge	531
	<i>J. Jung, A. Buob</i>		11.6.4	Nachsorgeintervalle	534
11.4	Programmierempfehlungen	518	11.6.5	Sondersituationen	534
	<i>J. Jung</i>		11.7	Troubleshooting	535
11.4.1	Wahrnehmung implantierbarer Defibrillatoren	519	<i>J. Jung, A. Boub</i>		
11.4.2	Erweiterte Detektionskriterien	521	11.7.1	Inadäquate Therapieabgabe	535
11.4.3	Antitachykarde Stimulation	522	11.7.2	Unterbleibende ICD-Therapie	544
11.4.4	Defibrillation und niederenergetische Kardioversion	523	11.7.3	Ineffektive Therapie	547
12	Systematische Analyse von Schrittmacher- und ICD-EKG				549
	<i>C.W. Israel</i>				
12.1	Problemfall „Schrittmacher-EKG“	549	12.6	Bestimmung des aktuellen Funktionsmodus	562
12.2	Grundregeln	549	12.6.1	Schrittmacher-EKG ohne Stimulationsartefakte	562
12.3	Stimulationsartefakte	549	12.6.2	Schrittmacher-EKG mit einem Stimulationsartefakt	563
12.4	Stimulationsinduzierte EKG-Morphologie .	552	12.6.3	Schrittmacher-EKG mit zwei Stimulationsartefakten	568
12.4.1	Vorhof	552	12.7	Analyse des AV-Intervalls	572
12.4.2	Kammer	555	12.8	Stimulation und Wahrnehmung	579
12.4.3	QRS-Morphologie bei CRT	558	12.9	Schrittmachervermittelte Tachykardien .	584
12.5	Denken in Intervallen	559			

13	Das elektrische Implantat als klinisch-diagnostisches System	586
<i>J. Neuzner</i>		
13.1	Rhythmusstörungen	586
13.2	Herzinsuffizienz-Monitoring	588
13.3	Telemedizinische System-Fernabfrage	589
13.3.1	„Home Monitoring“ (Biotronik)	590
13.3.2	„CareLink Network“ (Medtronic)	590
13.3.3	„Merlin.net“ (St.Jude Medical)	590
13.3.4	„Latitude“ (Boston Scientific)	591
13.3.5	Übertragungssicherheit und Effektivität	591
13.3.6	Reduktion klinischer Patientenkontrollen	592
13.3.7	Patientenpräferenz – Lebensqualität	592
13.3.8	Kosten	592
14	Qualitätssicherung	596
<i>A. Markewitz, G. Fröhlig</i>		
14.0.1	Indikationsqualität	597
14.0.2	Prozessqualität	597
14.0.3	Ergebnisqualität	597
15	Patientensicherheit	602
<i>G. Fröhlig</i>		
15.1	Störfelder und Störsicherheit	602
15.1.1	Elektrisches Störfeld	605
15.1.2	Magnetisches Störfeld	607
15.1.3	Magnetostatische Störung	607
15.1.4	Elektromagnetische Einwirkungen	608
15.1.5	Komplexes Einwirkungsprofil (MRT)	608
15.1.6	Sonstige Störquellen	613
15.2	Gesetzliche Regelungen	613
15.3	Fahreignung	618
15.3.1	„Risk of harm“	618
15.3.2	Akzeptiertes Risiko	618
15.3.3	Synkope	619
15.3.4	Schrittmacherträger	619
15.3.5	ICD-Patienten	619
Anhang		623
16	DRG-Abbildung	624
<i>G. Fröhlig</i>		
16.1	Erlösseite	624
16.2	Kostenseite	626
17	Internet-Links	629
18	Abkürzungen	630
Sachverzeichnis		634