

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 <i>B. Lemke</i>	92
5.1.2	Sinusknotensyndrom <i>B. Lemke</i>	94
5.1.3	Prävention atrialer Tachyarrhythmien <i>G. Fröhlig</i>	98
5.1.4	Atrioventrikuläre Leitungsstörungen <i>B. Lemke</i>	100
5.1.5	Intraventrikuläre Leitungsstörungen <i>B. Lemke</i>	106
5.1.6	Bradyarrhythmie bei Vorhofflimmern <i>B. Lemke, T. Deneke</i>	110
5.1.7	Atrioventrikuläre und intraventrikuläre Leitungsstörungen nach Myokardinfarkt <i>G. Fröhlig</i>	113
5.1.8	Bradykarde Rhythmusstörungen nach Herzoperation <i>A. Markewitz</i>	115
5.1.9	Karotissinussyndrom <i>G. Fröhlig</i>	121
5.1.10	Vasovagales Syndrom <i>G. Fröhlig</i>	123
5.1.11	Hypertrophie obstruktive Kardiomyopathie <i>J. Neuzner</i>	129
5.1.12	Long-QT-Syndrom <i>G. Fröhlig</i>	135
5.1.13	Schlafapnoe-Syndrom <i>G. Fröhlig</i>	137
5.1.14	Indikationen zur temporären Stimulation <i>G. Fröhlig</i>	137
5.2	Kardiale Resynchronisation <i>B. Lemke, C.W. Israel</i>	138
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 <i>J. Carlsson</i>	153
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) <i>Ch. Butter</i>	182
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 <i>G. Fröhlig, B. Lemke, A. Markewitz</i>	185
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 <i>J. Carlsson, A. Erdogan, J. Neuzner</i>	198
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? <i>J. Neuzner</i>	211
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? <i>J. Neuzner</i>	214
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, Wahrnehmungs- verstärker (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 Auswahlkriterien	258
8.2.1 Schrittmachersonden	258
<i>G. Fröhlig</i>	
8.2.2 ICD-Sonden	265
<i>A. Buob, J. Jung</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 Antibiotikaphylaxe	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			
9.5.5	Hautschnitt	282	9.9	Implantation von Koronarvenensonden zur Resynchronisationstherapie	307
9.5.6	Venöser Zugang und Sondenvorschub	282	<i>R. Gradaus</i>		
9.5.7	Sondenplatzierung	285	9.9.1	Apparative Voraussetzungen	307
9.5.8	Intraoperative Messungen	293	9.9.2	Personelle Anforderungen	307
9.5.9	Abschluss des Eingriffs	296	9.9.3	Vorbereitung des Patienten	307
			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 IV-Sonde	311
			9.9.10	Repositionierung dislozierter CS-Sonden	317
9.7	Perioperative Komplikationen	299	9.9.11	Extraktion von CS-Sonden	318
9.7.1	Akute Komplikationen während der Implantation	299			
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>		<i>G. Fröhlig</i>		
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	<i>G. Fröhlig</i>		
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	<i>G. Fröhlig</i>		
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	<i>G. Fröhlig</i>		
10.1.7	Atriale und ventrikuläre Wahrnehmungspolarität	326	10.2.7	Hämodynamische Optimierung von Zweikammer- und CRT-Systemen	367
10.1.8	Refraktärperioden	326	<i>A. Kloppe, T. Deneke, G. Fröhlig</i>		
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	<i>G. Fröhlig</i>		
10.1.11	AV-Intervalle	329	10.2.9	Algorithmen, die zur Verkürzung des AV-Delays führen	397
10.1.12	Stimulationsarten	330	<i>G. Fröhlig</i>		
			10.2.10	Management atrialer Tachykardien	400
10.2	Anpassung und Algorithmen	334	<i>G. Fröhlig</i>		
10.2.1	Algorithmen zur Output-Regelung	334	10.2.11	Algorithmen zur Vermeidung und Terminierung atrialer Tachyarrhythmien	412
	<i>G. Fröhlig</i>		<i>G. Fröhlig</i>		
10.2.2	Algorithmen zur Regelung der Wahrnehmungsempfindlichkeit	341			
	<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			
11.1.4	Detektionsalgorithmen	485	11.6	Technische Nachsorge	531
11.2	Painfree-Konzept	511		<i>J. Jung, A. Buob</i>	
	<i>J. Neuzner</i>		11.6.1	Apparative Ausstattung	531
11.3	Schockparameter	516	11.6.2	Anamnestische Angaben und klinischer Befund	531
	<i>J. Jung, A. Buob</i>		11.6.3	Apparative Nachsorge	531
11.4	Programmierungsempfehlungen	518	11.6.4	Nachsorgeintervalle	534
	<i>J. Jung</i>		11.6.5	Sondersituationen	534
11.4.1	Wahrnehmung implantierbarer Defibrillatoren	519	11.7	Troubleshooting	535
11.4.2	Erweiterte Detektionskriterien	521		<i>J. Jung, A. Boub</i>	
11.4.3	Antitachykardie Stimulation	522	11.7.1	Inadäquate Therapieabgabe	535
11.4.4	Defibrillation und niederenergetische Kardioversion	523	11.7.2	Unterbleibende ICD-Therapie	544
			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			
12.4.2	Kammer	555	12.7	Analyse des AV-Intervalls	572
12.4.3	QRS-Morphologie bei CRT	558			
12.5	Denken in Intervallen	559	12.8	Stimulation und Wahrnehmung	579
			12.9	Schrittmachervermittelte Tachykardien	584

Qualitätssicherung, Patientensicherheit	585
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