

Inhalt

Geleitwort	vii
Vorwort zur 2. Auflage	ix
Vorwort zur 1. Auflage	x
Vorwort des Übersetzers	xi
Danksagung	xiii
Abkürzungen	xxxiii
Einführung und Konzept des Buches	1
Einführung	1
Der Wert des EKGs heute	1
Grenzen des EKGs	2
Schlussfolgerungen	2
Konzept des Buches	2
Sektion I Theoretische Grundlagen und praktischer Zugang	
Kapitel 1	
Theoretische Grundlagen	5
Auf einen Blick und Im Detail	5
1 Anatomie des Reizbildungs- und Reizleitungssystems	5
2 Normale Reizleitung	6
3 Das Aktionspotential der einzelnen Myokardzelle und seine Beziehung zum Ionenfluss	6
4 Atriale Depolarisation und Repolarisation	8
5 Ventrikuläre Depolarisation und Repolarisation	8
5.1 Vektoren und Vektorkardiogramm	8
5.2 Vereinfachte QRS-Vektoren	8
6 Ableitungssysteme	11
7 „Lupen-“ und „Proximitäts-Effekte“	11
8 Refraktärperiode	13
9 Nomenklatur des EKGs	13
Literatur	14
Kapitel 2	
Praktischer Zugang	15
Auf einen Blick	15
1 Praktischer Zugang	16
1.1 Definitive EKG-Diagnose	17

Im Detail	18
2 Praktischer Zugang	18
2.1 Analyse des Rhythmus	18
2.2 Detaillierte Analyse der Morphologie	19
Literatur	20
EKG-Beispiele	20

Sektion II EKG-Morphologie

Kapitel 3

Das normale EKG und seine normalen Varianten	23
Auf einen Blick und Im Detail	23
1 Komponenten des normalen EKGs	23
1.1 Sinusrhythmus	23
1.1.1 Atriale Vektoren des Sinusrhythmus	24
1.2 PQ-Intervall	25
1.3 QRS-Komplex	25
1.3.1 QRS-Achse in der frontalen Ebene (ÅQRSF)	25
1.3.2 QRS-Achse in der horizontalen Ebene	26
1.3.3 Zwei spezielle QRS-Muster	26
1.3.4 Andere normale Varianten des QRS-Komplexes	27
1.4 ST-Strecke	28
1.4.1 Übliches Bild der ST-Hebung; ST-Hebung in V2/V3	28
1.4.2 Seltenes Bild der ST-Hebung; Frühe Repolarisation	29
1.5 T-Welle und U-Welle	29
1.5.1 T-Welle	29
1.5.2 U-Welle	30
1.6 QT-Intervall	30
1.7 Arrhythmien	30
1.8 Veränderungen von Tag zu Tag und zirkadiane Veränderungen	31
Allgemeine Schlussfolgerungen	32
Literatur	32
EKG-Beispiele	33

Kapitel 4

Atriale Vergrößerung (Vorhoftsvergrößerung) und andere Abnormitäten der P-Welle	49
Auf einen Blick	49
1 Linksatriale Vergrößerung (P-mitrale)	49
2 Rechtsatriale Vergrößerung (P-pulmonale)	49
3 Biatriale Vergrößerung (P-biatriale)	50
4 Akute linksatriale Überlastung	50
5 Akute rechtsatriale Überlastung	50
6 Andere Abnormitäten der P-Welle	50
Im Detail	50
7 Ätiologie, Prävalenz und klinische Bedeutung der linksatrialen Vergrößerung	50
8 Ätiologie, Prävalenz und klinische Bedeutung der rechtsatrialen Vergrößerung	51
9 Vektoren bei der linksatrialen Vergrößerung	51

10	Vektoren bei der rechtsatrialen Vergrößerung	52
11	Spezielle Veränderungen der P-Welle	52
11.1	Das so genannte „P-pulmonale vasculare“	52
11.2	P pseudo-pulmonale	52
11.3	Imitation des P-pulmonale	52
11.4	P-biatriale/biatriale Vergrößerung	52
11.5	Andere ungewöhnliche P-Konfigurationen bei Sinusrhythmus	52
11.5.1	Negative P-Welle in Abl. I	52
11.5.2	Ebstein-Anomalie	52
11.5.3	Atrialer Infarkt (Vorhofinfarkt)	53
11.5.4	Trikuspidalatresie	53
	Literatur	53
	EKG-Beispiele	54

Kapitel 5

	Linksventrikuläre Hypertrophie (LVH)	59
	Auf einen Blick	59
1	EKG-Kriterien (Indices) für linksventrikuläre Hypertrophie	59
2	Diagnose der LVH bei intraventrikulären Reizleitungsstörungen	60
	Im Detail	60
3	Ätiologie und Prävalenz	61
4	Gültigkeit der QRS-Voltage-Kriterien	61
5	Diagnose der LVH bei ventrikulären Reizleitungsstörungen	62
5.1	Rechtsschenkelblock	62
5.2	Linksschenkelblock	62
5.3	Linksanteriorer Faszikelblock	64
5.4	Andere ventrikuläre Reizleitungsstörungen	64
6	Diagnose der LVH bei speziellen Situationen	64
6.1	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM)	64
6.2	Asymmetrische apikale LVH	65
6.3	Systolische und diastolische Überlastung	65
6.4	LVH bei ausgeprägter LV-Dilatation	66
7	Beeinträchtigende Faktoren bei der EKG-Diagnose der LVH	66
7.1	Geschlecht und Rasse	66
7.2	Alter	66
7.3	Körperhabitus und Körpergewicht	66
7.4	Andere pathologische Bedingungen	66
7.5	Variabilität des frontalen und horizontalen QRS-Vektors	66
8	Schlussfolgerungen	66
9	Pathophysiologie und Wirkungen der LVH auf das EKG	67
10	Prognose der linksventrikulären Hypertrophie	67
	Literatur	67
	EKG-Beispiele	69

Kapitel 6	
Rechtsventrikuläre Hypertrophie (RVH)	81
Auf einen Blick	81
1 EKG-Kriterien für rechtsventrikuläre Hypertrophie	81
1.1 RVH ohne RV Reizleitungsstörung	81
1.2 RVH mit iRSB (normale QRS-Dauer)	82
1.3 RVH mit RSB (QRS-Dauer > 0,12 s)	82
Im Detail	82
2 Ätiologie und Prävalenz	82
3 Vektoren bei RVH	82
4 Rechtsventrikuläre Hypertrophie im EKG	83
4.1 Alleinige R-Zacke, QR-Komplex oder RS-Komplex in Ableitung V1	83
4.2 Inkompletter Rechtsschenkelblock (iRSB)	83
4.3 Kompletter Rechtsschenkelblock (RSB)	84
4.4 SI/SII/SIII-Typ	84
4.5 Seltener Typ der RVH	84
4.6 Veränderungen der P-Welle	84
5 Differentialdiagnose der möglichen Zeichen für RVH	84
5.1 Frontale überdrehte Rechtslage	84
5.2 qR-Typ in Ableitung V1	85
5.3 Hohe R-Zacke und RS-Komplex in Ableitung V1	85
5.4 Inkompletter Rechtsschenkelblock	85
5.5 Kompletter Rechtsschenkelblock	85
5.6 SI/SII/SIII-Typ	85
6 Systolische und diastolische Überlastung	85
7 Auswirkung des systolischen Drucks in rechtem Ventrikel und Pulmonalarterie auf das EKG	86
Literatur	86
EKG-Beispiele	87
Kapitel 7	
Biventrikuläre Hypertrophie	95
Auf einen Blick	95
Im Detail	95
1 Übliche Zeichen für BVH	96
2 Andere Zeichen für BVH	96
2.1 Seichtes SV1, tiefes SV2	96
2.2 Katz-Wachtel-Zeichen	96
2.3 Spezielles QRS-Muster bei Rechtsschenkelblock	96
Literatur	96
EKG-Beispiele	97
Kapitel 8	
Lungenembolie (LE)	101
Auf einen Blick	101
1 EKG-Veränderungen	101
1.1 Veränderungen des QRS-Komplexes	101
1.2 Veränderungen der Repolarisation	101

1.3	Rhythmusstörungen	101
1.4	Veränderungen der P-Welle	102
2	Wert des EKGs bei Verdacht auf akute Lungenembolie	102
2.1	Unterscheidung des akuten Myokardinfarktes von akuter LE	102
2.2	Analyse von Herzrhythmus und Reizleitungsstörungen	103
2.3	EKG-Zeichen der akuten RV-Überlastung	103
2.4	Beziehung zwischen EKG und klinischem Verlauf	103
2.5	Subakute und chronisch rezidivierende LE	103
	Im Detail	103
3	Häufigkeit der EKG-Zeichen, die eine LE suggerieren	103
4	EKG-Zeichen und Ausmaß der akuten LE	104
5	Praktisches Procedere bei Verdacht auf akute LE	104
6	EKG bei subakuter LE	105
7	Historische Perspektive	106
	Literatur	106
	EKG-Beispiele	107

Kapitel 9

	Faszikelblöcke	111
	Auf einen Blick	111
	Ätiologie und Prävalenz	111
1	Linksanteriorer Faszikelblock	111
2	Linksposteriorer Faszikelblock	112
	Im Detail	112
3	Anatomie des intraventrikulären Reizleitungssystems	112
4	Ätiologie des Faszikelblocks	113
4.1	Ätiologie des linksanterioren Faszikelblocks	113
4.2	Ätiologie des linksposterioren Faszikelblocks	114
5	Linksanteriorer Faszikelblock	114
5.1	Vektoren und das EKG	114
5.2	Varianten	115
5.3	Prognose	115
6	Linksposteriorer Faszikelblock	116
6.1	Vektoren und das EKG	116
6.2	Spezielle Bemerkungen: ÅQRSF, EKG-Muster und Ätiologie	116
6.3	Prognose	117
7	Sehr seltene Bilder von Faszikelblöcken	117
7.1	LAFB plus LPFB	117
7.2	Linksseptaler Faszikelblock	117
7.3	Rechtsfaszikuläre Blöcke	117
	Literatur	118
	EKG-Beispiele	119

Kapitel 10	
Schenkelblöcke (komplette und inkomplette)	125
Auf einen Blick	125
1 Kompletter Rechtsschenkelblock (RSB)	125
2 Inkompletter Rechtsschenkelblock (iRSB)	126
3 Kompletter Linksschenkelblock (LSB)	126
4 Inkompletter Linksschenkelblock (iLSB)	126
Im Detail	127
5 Ätiologie und Prävalenz	127
6 Kompletter Rechtsschenkelblock (RSB)	127
6.1 QRS-Vektoren	127
6.2 Repolarisations-Vektoren	128
6.3 Bestimmung der frontalen Achse beim RSB	128
6.4 Myokardinfarkt bei RSB	129
6.5 Rechtsventrikuläre Hypertrophie bei RSB	129
7 Inkompletter Rechtsschenkelblock (iRSB)	129
8 Kompletter Linksschenkelblock (LSB)	130
8.1 QRS-Vektoren	130
8.2 Repolarisations-Vektoren	130
8.3 Bestimmung der frontalen Achse beim LSB	131
8.4 Myokardinfarkt bei LSB	131
8.5 Linksventrikuläre Hypertrophie bei LSB	131
8.6 Inkompletter Linksschenkelblock (iLSB)	131
9 Spezielle Aspekte der Schenkelblöcke	131
9.1 Frequenzabhängiger Schenkelblock	131
9.2 Alternierender, intermittierender und reversibler Schenkelblock	131
9.3 Unterschied von QRS- und QT-Dauer beim RSB und LSB	131
10 Prognose	132
Literatur	132
EKG-Beispiele	133
Kapitel 11	
Bilaterale bifasikuläre (Schenkel-) Blöcke	139
Auf einen Blick	139
1 RSB plus LAFB	139
2 RSB plus LPFB	140
3 Prognose	140
Im Detail	140
4 Ätiologie	140
5 Differentialdiagnose des RSB plus LAFB	141
6 Differentialdiagnose des RSB plus LPFB	141
7 Differentialdiagnose des RSB plus LAFB plus LPFB ohne kompletten AV-Block	142
8 Prognose	142
9 Indikationen für Schrittmacherimplantation	142
Literatur	143
EKG-Beispiele	144

Kapitel 12

Atrioventrikulärer Block (AV-Block) und atrioventrikuläre Dissoziation	153
Auf einen Blick	153
1 Anatomische Lokalisation des AV-Blocks	153
2 Schweregrade des AV-Blocks	153
2.1 AV-Block ersten Grades (AV-Block 1°)	154
2.2 AV-Block zweiten Grades (AV-Block 2°)	154
2.2.1 AV-Block 2° vom Wenckebach-Typ	154
2.2.2 AV-Block 2° vom Mobitz-Typ	154
2.2.3 AV-Block 2° vom höhergradigen Typ	154
2.3 Kompletter AV-Block	154
2.4 Typen des kompletten AV-Blockes	155
2.4.1 Infrahissärer kompletter AV-Block	155
2.4.2 Suprahissärer kompletter AV-Block	155
3 AV-Dissoziation	155
3.1 Drei Typen der AV-Dissoziation	156
3.1.1 Einfache AV-Dissoziation	156
3.1.2 Isorhythmische AV-Dissoziation	156
3.1.3 AV-Dissoziation mit Interferenz	156
Im Detail	156
4 Die Nomenklatur und ihre Konsequenzen	156
4.1 Unterschiede zwischen komplettem AV-Block und AV-Dissoziation	156
4.2 Die Pathophysiologie und das EKG	157
4.3 Klinische Bedeutung	157
5 Atrioventrikulärer Block (AV-Block)	158
5.1 AV-Block ersten Grades (AV-Block 1°)	158
5.1.1 Hämodynamik beim AV-Block 1°	158
5.2 AV-Block zweiten Grades (AV-Block 2°)	158
5.2.1 AV-Block 2° vom Wenckebach-Typ	158
5.2.2 AV-Block 2° vom Mobitz-Typ	159
5.2.3 AV-Block 2° vom höhergradigen Typ	159
5.3 Kompletter AV-Block (AV-Block 3°)	160
5.3.1 Suprahissärer AV-Block kombiniert mit Schenkelblock	161
5.3.2 AV-blockierte Vorhofextrasystolen	161
5.3.3 Entwicklung des kompletten AV-Blocks	162
5.3.4 Ätiologie und klinische Bedeutung des kompletten AV-Blocks	162
5.3.5 His Bündel-Ableitungen	163
5.3.6 EKG und anatomische Läsionen	163
5.3.7 Therapeutische Konsequenzen	163
6 Spezielle AV-Dissoziation	163
6.1 Spezielle Situationen bei AV-Dissoziation	164
6.1.1 AV-Dissoziation beim postextrasystolischen Schlag	164
6.1.2 Ventrikulophasische Sinusarrhythmie	164
6.1.3 AV-Dissoziation bei Kammer-tachykardie	164
Literatur	165
EKG-Beispiele	166

Kapitel 13		
Myokardinfarkt (MI)	.....	177
Auf einen Blick .....	.....	177
Ätiologie .....	.....	177
1 ST-Vektoren, Q-Vektoren und T-Vektoren .....	.....	177
2 Stadien des Myokardinfarktes .....	.....	178
2.1 Akutes Stadium .....	.....	178
2.2 Subakutes Stadium .....	.....	178
2.3 Chronisches Stadium (= alter Infarkt) .....	.....	178
3 Lokalisation des Q-Zacken-Infarktes .....	.....	179
3.1 Anteroseptaler Infarkt .....	.....	179
3.2 Ausgedehnter anteriorer (anterolateraler) Infarkt .....	.....	179
3.3 Lateraler Infarkt (isolierter MI der Lateralwand) .....	.....	179
3.4 Inferiorer Infarkt .....	.....	179
3.5 Posteriorer („echter posteriorer“) Infarkt .....	.....	179
3.6 Rechtsventrikulärer Infarkt .....	.....	181
4 Differentialdiagnose des „klassischen“ Infarktbildes (pathologische Q-Zacken, ST-Hebung, abnorme T-Wellen) .....	.....	182
5 Komplexe Infarktbilder .....	.....	183
6 Spezielle Infarktbilder .....	.....	184
Schlussfolgerung .....	.....	185
Im Detail .....	.....	185
7 Ätiologie und Prävalenz .....	.....	185
7.1 Arteriosklerotische koronare Herzkrankheit (häufig) .....	.....	185
7.2 Kongenitale koronare Herzkrankheit (selten) .....	.....	185
7.3 Andere Ätiologien der koronaren Herzkrankheit (selten) .....	.....	186
8 Nomenklatur der Infarktstadien .....	.....	187
8.1 Elektropathophysiologischer Verlauf .....	.....	187
8.2 Internationale Terminologie .....	.....	187
8.3 Histopathologischer Verlauf .....	.....	188
8.4 Klinische Befunde und praktische Erfahrung .....	.....	188
9 Kombination von Infarktbildern .....	.....	188
9.1 Infarkte von benachbarten Arealen .....	.....	188
9.2 Infarkte mit separierter oder gegenüberliegender Lokalisation .....	.....	189
10 Komplexe Infarktbilder .....	.....	190
10.1 Infarkt mit Rechtsschenkelblock .....	.....	190
10.2 Infarkt mit Linksschenkelblock .....	.....	190
10.2.1 Infarkt bei Schrittmacher-Patienten .....	.....	192
10.3 Infarkt bei linksanterior Faszikelblock .....	.....	192
10.4 Infarkt bei linksposteriore Faszikelblock .....	.....	192
10.5 Infarkt bei bilateralem Block .....	.....	192
10.5.1 Infarkt bei RSB plus LAFB .....	.....	192
10.5.2 Infarkt bei RSB plus LPFB .....	.....	192
11 Spezielle Infarktbilder .....	.....	193
11.1 Der so genannte Non-Q-Infarkt .....	.....	193
11.2 Infarkt mit ST-Senkung ≥ 3 mm .....	.....	194
11.3 Infarkt mit „nichtsignifikanter“ Q-Zacke bei üblicher Lokalisation .....	.....	194
11.4 Infarkt mit „nichtsignifikanter“ Q-Zacke bei unüblicher Lokalisation .....	.....	194

11.5 Infarkt mit RSR'-Typ in den präkordialen (und inferioren) Ableitungen	194
11.6 Infarkt mit reiner oder vorherrschender Reduktion der R-Zacken-Amplitude	195
11.7 Atrialer Infarkt (Vorhofinfarkt)	195
12 Differentialdiagnose der „klassischen“ Q-Zacken-Infarktbilder	196
13 Lokalisation des Infarktes und Lokalisation des koronaren Verschlusses	196
14 Schätzung der Infarktgröße	196
15 Elektropathophysiologie	196
15.1 Akutes Stadium	197
15.2 Subakutes Stadium	197
15.3 Chronisches Stadium (alter Infarkt)	197
16 Komplikationen des akuten Myokardinfarktes	198
16.1 Arrhythmien und Reizleitungsdefekte	198
16.2 Nichtarrhythmische Komplikationen	198
Literatur	198
EKG-Beispiele	200

Kapitel 14

Differentialdiagnose der pathologischen Q-Zacken	277
Auf einen Blick	277
Definition der normalen Q-Zacke	277
Definition der (formal) pathologischen Q-Zacke	277
1 Myokardinfarkt	277
1.1 Neue Q-Zacken	278
1.2 ST-Hebung	278
1.3 Negative T-Wellen	278
2 Normale Varianten	278
2.1 Frontalebene	278
2.2 Horizontalebene	278
3 Linksventrikuläre Hypertrophie	278
4 Falsche Polung der Ableitungen	278
5 Linksschenkelblock	279
6 Präexzitation (Wolff-Parkinson-White-Syndrom)	279
7 Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM)	279
Im Detail	280
8 Korrigierte kongenitale Transposition der großen Gefäße	280
9 Situs Inversus	280
10 Q-Zacken nach Pneumektomie	280
11 Q-Zacken bei Pneumothorax	280
12 Q-Zacken nach Perikardektomie	280
13 Q-Zacken bei Amyloidose des Herzens	280
14 Pseudo-Q-Zacke infolge retrograder atrialer Erregung	281
15 Eine Seltenheit: Q-Zacken bei muskulärer Dystrophie Steinert	281
16 QR-Komplex in Ableitung V1	281
17 Q-Zacke in Ableitung V1 bei rechtsatrialer Dilatation	281
Literatur	281
EKG-Beispiele	283

Kapitel 15	
Akute und chronische Perikarditis	297
Auf einen Blick	297
Ätiologie	297
1 Akute Perikarditis	297
2 Chronische Perikarditis	298
Im Detail	298
3 Ätiologie und Prävalenz	298
4 PQ-Senkung	298
5 ST-Hebung und ST-Vektor	298
6 Differentialdiagnose der akuten Perikarditis versus akutem Myokardinfarkt	299
6.1 ST-Hebung	299
6.1.1 Amplitude der ST-Hebung	299
6.1.2 Konfiguration der ST-Hebung	299
6.1.3 ST-Hebung in den frontalen EKG-Ableitungen und frontaler ST-Vektor	300
6.1.4 ST-Hebung in den horizontalen Ableitungen	300
6.2 Pathologische Q-Zacke	300
6.3 PQ-Senkung	300
6.4 T-Negativität	301
7 Allgemeine Differentialdiagnose der ST-Hebung	301
8 Arrhythmien	302
9 Chronische Perikarditis	302
10 Herztamponade	303
11 Klinische Befunde bei akuter Perikarditis	303
Literatur	303
EKG-Beispiele	304
Kapitel 16	
Elektrolytstörungen	313
Auf einen Blick	313
1 Hyperkaliämie	313
2 Hypokaliämie	313
3 Hyperkalzämie	314
4 Hypokalzämie	314
5 Therapie der Kaliumstörungen	314
5.1 Schwere Hyperkaliämie	314
5.2 Schwer Hypokaliämie	314
Im Detail	314
6 Hyperkaliämie	314
6.1 Differentialdiagnose der hohen und spitzen T-Wellen	316
6.2 Prävalenz, klinische Befunde und Ätiologie der Hyperkaliämie	316
6.3 Therapie der schweren Hyperkaliämie	316
7 Hypokaliämie	316
7.1 Pathophysiologie der Hyperkaliämie und Hypokaliämie	317
8 Hyperkalzämie	317
9 Hypokalzämie (isiolierter oder zusammen mit Hyperkaliämie)	318
10 Hypomagnesiämie	318

11	Hypermagnesiämie	318
12	Natriumstörungen	318
13	Neue Klassifikation der antiarrhythmischen Medikamente	318
Literatur	318	
Appendix 1: Detaillierte Auflistung der Ätiologie der Elektrolytstörungen	320	
EKG-Beispiele	323	

Kapitel 17

Veränderungen der Repolarisation	337	
Auf einen Blick	337	
1	ST-Strecke	337
1.1	ST-Hebung	337
1.2	ST-Senkung	337
2	T-Welle	338
2.1	T-Negativität (T-Inversion)	338
2.2	T-Positivität	338
Im Detail	339	
3	Spezielle Bemerkungen	339
3.1	Atypisches Verhalten der Repolarisation bei akutem Myokardinfarkt und akuter Perikarditis	339
3.2	EKG-Bilder mit verlängerter oder verkürzter QT-Dauer	339
3.3	Riesige negative T-Wellen	340
Literatur	340	
EKG-Beispiele	341	

Sektion III Arrhythmien

Kapitel 18

Vorhoftextrystolen (VoES)	345	
Auf einen Blick	345	
Im Detail	345	
1	Prävalenz und klinische Befunde	346
2	Therapie	346
Literatur	347	
EKG-Beispiele	348	

Kapitel 19

Vorhoftachykardie	353	
Auf einen Blick	353	
1	„Salven“ von Vorhoftextrystolen	353
2	„Benigne“ Vorhoftachykardie	353
3	Vorhoftachykardie von mittlerer Dauer und hoher Frequenz	353
4	„Unaufhörliche“ Vorhoftachykardie	353
5	Vorhoftachykardie mit AV-Block 2°	353
6	Multifokale ektopische Vorhoftachykardie („chaotischer atrialer Mechanismus“)	354
Im Detail	354	
7	Ektopische (fokale) Vorhoftachykardie	354
8	Reentry-Vorhoftachykardie	354

9	Repetitive paroxysmale Vorhoftachykardie	355
10	Paroxysmale Vorhoftachykardie mit AV-Block	355
11	Linksatriale Tachykardie	355
12	Multifokale Vorhoftachykardie	355
13	Akzelerierter Vorhofrhythmus	356
14	Abschließende Bemerkung	356
	Literatur	356
	EKG-Beispiele	357

Kapitel 20

	Vorhofflimmern (VoFl)	363
	Auf einen Blick	363
1	Morphologische Typen von Vorhofflimmern	363
1.1	Gewöhnlicher Typ (Typ 1) (85%)	363
1.2	Ungewöhnlicher Typ (Typ 2) (15%)	363
	Im Detail	364
2	Nomenklatur	364
3	Ätiologie	365
4	Klinische Bedeutung	366
5	Pathophysiologie und therapeutische Konsequenzen	366
	Literatur	367
	EKG-Beispiele	368

Kapitel 21

	Vorhofflimmern (VoFl)	381
	Auf einen Blick	381
	Ätiologie und Prävalenz	381
1	Hämodynamik	382
2	Klinische Bedeutung	382
3	Therapie	382
	Im Detail	382
4	Ätiologie und Prävalenz	382
5	Aberration beim Vorhofflimmern	383
5.1	Ashman-Schläge	383
5.2	Vorhofflimmern bei Präexzitation (Wolff-Parkinson-White-Syndrom)	383
6	Regelmäßige Kammeraktion beim Vorhofflimmern	384
7	Interatriale Dissoziation beim Vorhofflimmern	384
8	Differentialdiagnose	384
9	Elektrophysiologie	385
10	Klinische Bedeutung	385
11	Therapie und Prävention	385
11.1	Elektrische und medikamentöse Konversion	385
11.2	Implantierbarer Defibrillator	386
11.3	MAZE-Verfahren und Katheterablation	386
11.4	Schrittmacher	386
11.5	Prävention des rezidivierenden Vorhofflimmerns	386
11.6	Neu aufgetretenes Vorhofflimmern	386

11.7 Frequenzkontrolle	387
11.8 Prävention von Thromboembolien	387
11.9 Medikamentöse Frequenzkontrolle versus Elektrokonversion	387
11.10 Abschließende Bemerkungen	387
Literatur	388
EKG-Beispiele	390

Kapitel 22

Sinusknotensyndrom (Sick-Sinus-Syndrom) und Karotissinussyndrom	397
Auf einen Blick	397
1 Charakteristika	397
1.1 Sinusbradykardie	397
1.2 Sinusstillstand	397
1.3 Ausgangsblock oder sinoatrialer Block	397
1.4 Bradykardie-Tachykardie-Variante	397
1.5 AV-Knoten und Tawara-Schenkel	398
2 Klinische Bedeutung	398
3 Prognose und Komplikationen	398
4 Therapie	398
Im Detail	399
5 Prävalenz und Ätiologie	399
6 Pseudo- versus echtes Sick-Sinus-Syndrom	399
6.1 Einfluss von Medikamenten	399
6.2 Abnorme vagale Reaktion nach invasiven Prozeduren	399
6.3 Exzessive Sinusbradykardie bei Athleten	400
6.4 Vorhofextrasystolen mit AV-Block	400
6.5 Sick-Sinus-Syndrom unter Laborbedingungen	400
6.6 Sinusknoten-Reentrytachykardie	400
7 Hypersensitives Karotissinus-Syndrom	400
7.1 Kardioinhibitorischer Typ	400
7.2 Vasodepressorischer Typ	401
8 Symptome und Komplikationen	401
9 Elektrophysiologische Untersuchung	401
10 Therapie	401
Literatur	401
EKG-Beispiele	403

Kapitel 23

Atrioventrikuläre (AV-) junktionale Tachykardien (AVJT) = AV-Knotentachykardien	409
Auf einen Blick	409
1 Reizleitung beim Sinusrhythmus	409
2 Reizleitung bei der AV-Knoten-Reentrytachykardie (AVNRT)	409
3 Übliche Form der AVNRT	410
4 Seltene Form der AVNRT	410
5 Differentialdiagnose	411
5.1 Vorhofflimmern	411
5.2 AV-Reentrytachykardie beim WPW-Syndrom	411
5.3 Aberration	411

6	Symptome der AVNRT (übliche Form)	411
7	Klinische Bedeutung der AVNRT (übliche Form)	412
	Im Detail	412
8	Ätiologie und Prävalenz	412
9	Spezielle Formen der AV-junktionalen Tachykardien	412
9.1	Akzelerierter AV-junktionaler Rhythmus	412
9.2	Automatische junktionale Tachykardie (AJT)	412
9.3	Permanente junktionale reziproke Tachykardie (PJRT)	413
10	Prognose	413
11	Therapie der AVNRT (übliche Form)	413
12	Therapie der anderen Formen von AV-junktionalen Tachykardien	414
	Literatur	414
	EKG-Beispiele	415
Kapitel 24		
	Wolff-Parkinson-White-Syndrom (WPW-Syndrom)	423
	Auf einen Blick	423
1	Präexzitationsmuster (WPW-Bild)	423
1.1	Nomenklatur	423
1.2	EKG-Bilder bei Präexzitation	424
1.3	Differentialdiagnose der WPW-Bilder	424
1.3.1	Myokardinfarkt	424
1.3.2	Linksventrikuläre Hypertrophie	424
1.3.3	Pseudo-Deltawelle	424
2	Tachykardien beim WPW-Syndrom	425
2.1	Reentrytachykardien	425
2.2	Vorhofflimmern und Vorhofflimmern beim WPW-Syndrom	426
2.3	Therapie	426
2.4	Therapeutische Fallstricke	426
	Im Detail	427
3	Ätiologie	427
4	Anatomie und Lokalisation der akzessorischen Bündel	427
4.1	Algorithmen	428
5	Schweregrad der Präexzitation, latente Präexzitation und verborgene akzessorische Bündel	428
6	Abnormitäten der Repolarisation	430
7	Differentialdiagnose	430
8	Tachyarrhythmien beim Wolff-Parkinson-White-Syndrom	430
8.1	Atrioventrikuläre Reentrytachykardie	430
8.1.1	Orthodrome AV-Reentrytachykardie	430
8.1.2	Antidrome AV-Reentrytachykardie	431
8.1.3	Permanente junktionale Reentrytachykardie	431
8.2	Andere Tachykardien bei akzessorischen Verbindungen	431
8.2.1	Spezialfall: Vorhofflimmern	431
8.3	Kammerflimmern und plötzlicher Herztod	432
9	Andere akzessorische Verbindungen	432
9.1	Mahaim-Bündel und Mahaim-Tachykardien	432
9.2	Lown-Ganong-Levine-Syndrom (LGL-Syndrom)	433

10	Therapie des WPW-Syndroms	433
10.1	Akute Beendigung der Tachykardie	433
10.2	Dauertherapie als Prävention	434
10.3	Behandlung von Patienten mit asymptomatischem WPW-Bild	434
Literatur		435
EKG-Beispiele		436

Kapitel 25

Ventrikuläre Extrasystolen (VES)	455	
Auf einen Blick und Im Detail	455	
1	Definition und Nomenklatur	455
1.1	Kopplungsintervall	455
1.2	Kompensatorische Pause	455
1.3	Morphologie und Ursprung	456
1.4	Spezielle Formen	456
1.4.1	R-auf-T- (R-on-T-) Phänomen	456
1.4.2	Interponierte VES	456
1.4.3	Fusionsschlag	456
1.4.4	Verborgene Bigeminie	456
2	Differentialdiagnose	456
3	Mechanismus	457
4	Prognose	457
5	Therapie	457
Literatur		458
EKG-Beispiele		459

Kapitel 26

Kammertachykardie (KT)	465	
Auf einen Blick	465	
1	Definition und Merkmale der Kammertachykardie	465
2	Formen der Kammertachykardie	465
2.1	Monomorphe Kammertachykardie	465
2.1.1	Ätiologie der monomorphen KT	466
2.2	Polymorphe KT vom Typ „Torsade de pointes“	466
2.2.1	Ätiologie der KT vom Typ „Torsade de pointes“	466
2.3	Polymorphe KT (ohne „Torsade de pointes“)	466
3	Ein Spezialfall: Akzelerierter idioventrikulärer Rhythmus	467
4	Differentialdiagnose der „Breit-QRS-Tachykardie“: KT versus supraventrikuläre Tachykardie mit Aberration (SVTab)	467
4.1	Formen der SVTab (SVT mit breitem QRS)	467
4.1.1	SVTab mit Schenkelblock	467
4.1.2	SVTab beim WPW-Syndrom	467
4.1.3	SVT mit anderen Aberrationen	467
4.2	Kriterien zur Unterscheidung zwischen KT und SVTab	467
4.3	Kriterien zur Unterscheidung zwischen KT und Artefakten	468
5	Therapie	468

Im Detail	468
6 Pathophysiologie	468
6.1 Reentry	468
6.2 Erhöhte Automatizität	469
6.3 Getriggerte Aktivität	469
6.4 Elektrotonus	469
6.5 Beginn der Kammertachykardie (KT)	469
7 Formen der Kammertachykardie	470
7.1 Monomorphe Kammertachykardie	470
7.2 Kammertachykardie vom Typ „Torsade de pointes“	470
7.3 Polymorphe Kammertachykardie ohne „Torsade de pointes“	470
7.4 Spezielle Formen von Kammertachykardie	470
7.4.1 Parasystolische Kammertachykardie	470
7.4.2 Bidirektionale Kammertachykardie	470
7.4.3 Doppelte Tachykardie	471
7.4.4 Akzelerierter idioventrikulärer Rhythmus	471
8 Differentialdiagnose der regelmäßigen monomorphen Breit-QRS-Tachykardien: Kammertachykardie versus supraventrikuläre Tachykardie mit Aberration (SVTab)	472
8.1 Allgemeine Bemerkungen	472
8.1.1 Alter und Prävalenz	472
8.1.2 Zugrunde liegende Herzkrankheit	472
9 Elektrokardiographische Befunde bei monomorpher KT	472
9.1 Allgemeine Befunde	472
9.1.1 AV-Disssoziation	472
9.1.2 Fusionsschläge und (ventrikuläre) „capture beats“	472
9.1.3 VA-Block 2°	472
9.1.4 Frequenz	473
9.1.5 Regelmäßigkeit	473
9.1.6 Vergleich des Breit-QRS-Tachykardie-EKGs mit einem früheren EKG ohne Tachykardie	473
9.2 QRS-Kriterien	473
9.2.1 QRS-Dauer	473
9.2.2 Frontale QRS-Achse	473
9.2.3 Morphologische QRS-Kriterien	473
10 Fehldiagnose von Breit-QRS-Tachykardien	476
10.1 KT als SVTab fehldiagnostiziert	476
10.2 Unterscheidung zwischen „Breit-QRS-Tachykardien (speziell KT) und Artefakten	476
11 Abschließende allgemeine (und therapeutische) Betrachtungen	476
Literatur	477
EKG-Beispiele	479

Sektion IV Spezielle Themen

Kapitel 27

Belastungs-EKG	503
Auf einen Blick	503
Informationen aus dem Belastungstest	503
1 Indikationen und Kontraindikationen	503

1.1	Indikationen	503
1.2	Kontraindikationen	504
2	Grenzen	504
3	Methoden	504
3.1	Symptomlimitierte Belastung	505
3.2	Herzfrequenz	505
3.3	Blutdruck	506
3.4	Doppelprodukt	506
3.5	Arbeitsbelastung und Belastungskapazität	506
3.6	Dauer der Belastung	506
3.7	Schrittweise Belastung versus Rampenprotokoll	506
3.8	Kriterien für den Abbruch des Testes	507
4	Prozedere	507
4.1	Vorbereitung des Belastungstestes	507
4.2	Durchführung des Belastungstestes	507
5	Auswertung	508
5.1	Ischämiereaktion	508
5.1.1	ST-Strecke	508
5.1.2	T-Welle	509
5.1.3	Q-Zacke	509
5.2	Arrhythmien und Reizleitungsstörungen	509
5.3	Fallstricke	510
6	Komplikationen	510
6.1	Schwere kardiale Komplikationen	510
6.2	Schwere nichtkardiale Komplikationen	511
6.3	Häufige leichtere Komplikationen	511
6.4	Seltene leichtere Komplikationen	511
Im Detail	511	
7	Spezifität und Sensitivität	511
8	Belastung bei vorbestehendem Schenkelblock und linksanteriorem Faszikelblock	512
9	Während Belastung neu aufgetretener Schenkelblock	512
10	Ventrikuläre Extrasystolen während Belastung	512
11	Veränderungen des QRS-Komplexes während Belastung, ohne intraventrikuläre Reizleitungsstörungen	513
12	Rechtspräkordiale Ableitungen beim Belastungstest	513
13	Belastungstest nach aortokoronarer Revaskularisation	513
14	Belastungstest nach PTCA	513
15	Belastungstest bei kardialer Rehabilitation nach MI und Revaskularisation	513
16	Belastungstraining bei Herzinsuffizienz	513
17	Prognostische Aussagen des Belastungstests	514
Literatur	514	
EKG-Beispiele	517	

Kapitel 28

Schrittmacher-EKG	531	
Auf einen Blick	531	
1	Ein-Kammer-Schrittmacher	531
2	Zwei-Kammer-Schrittmacher	532

3	Elektrische Komplikationen und Schrittmacherversagen	532
3.1	„Undersensing“ und „Oversensing“	532
3.2	Elektrodenbruch und Schäden an der Kabelisolation	533
Im Detail		533
4	Schrittmacher-Codes	534
5	Morphologische Merkmale	534
6	Schrittmacherbedingte Arrhythmien	535
7	Schrittmacherdysfunktion	535
7.1	Batterieerschöpfung	535
7.2	Elektrodenprobleme	536
7.3	„Oversensing“ und „Undersensing“	536
8	Schrittmachersyndrom	536
8.1	Prävalenz	536
8.2	Bedingungen	536
8.3	Pathophysiologische Mechanismen	536
9	Spezielle Indikationen für Schrittmacher	537
9.1	Stimulation bei der hypertrophen obstruktiven Kardiomyopathie	537
9.2	Stimulation bei der Herzinsuffizienz	537
10	Prognose der Zwei-Kammer-Stimulation versus Ein-Kammer-Stimulation	538
10.1	Schlussfolgerungen	539
Literatur		540
EKG-Beispiele		542

Kapitel 29

	Kongenitale und erworbene (valvuläre) Herzkrankheiten	553
	Auf einen Blick	553
1	Kongenitale Herzkrankheiten	553
1.1	Vorhofseptumdefekt vom Ostium-secundum-Typ	553
1.1.1	Differentialdiagnose	553
1.2	Vorhofseptumdefekt vom Ostium-primum-Typ	554
1.3	Valvuläre Pulmonalstenose	554
1.4	Fallot-Tetralogie	554
1.5	Ventrikelseptumdefekt	554
2	Erworbene Herzklappenfehler	554
Im Detail		554
3	Kongenitale Herzkrankheiten	554
3.1	Ductus arteriosus Botalli	554
3.2	Eisenmenger-Syndrom	555
3.3	Transposition der großen Gefäße	555
3.4	Situs inversus	555
3.5	Ebstein-Anomalie	555
3.6	Komplexe kongenitale Herzkrankheiten	555
3.7	Mitralklappenprolaps (Morbus Barlow)	555
3.8	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM)	555
4	Erworbene Herzklappenfehler	555
4.1	Valvuläre Aortenstenose	555
4.2	Valvuläre Aorteninsuffizienz	556

4.3	Mitralstenose	556
4.4	Mitralinsuffizienz	556
Literatur		556
EKG-Beispiele		557
Kapitel 30		
Digitalisintoxikation		563
Auf einen Blick		563
1 Extrakardiale Symptome		563
Im Detail		564
2 Elektrophysiologie und Pharmakokinetik		564
3 Akute Digitalisintoxikation und ihre Behandlung		564
Literatur		565
EKG-Beispiele		566
Kapitel 31		
Spezielle Wellen, Zeichen und Phänomene des EKGs		569
Auf einen Blick und Im Detail		569
1 Ashman-Phänomen		569
2 Brugada-Zeichen oder -Syndrom		569
3 Cabrera-Zeichen		570
4 Chatterjee-Phänomen		570
5 Deltawelle		571
6 Dressler-Schlag		571
7 Frühe Repolarisation		571
8 Epsilon-Welle		571
9 McGee-Index		571
10 McGinn-White-Muster (SI/QIII-Typ)		571
11 Katz-Wachtel-Zeichen		571
12 Nadir-Zeichen		571
13 Osborn-Welle		571
14 Pardee-Q-Zacke		572
15 R-auf-T-Phänomen		572
16 „Shallow s“-Zeichen		573
17 Storchbein-Zeichen		573
Schlussbemerkung		573
Literatur		573
EKG-Beispiele		575
Kapitel 32		
Seltene EKGs		589
Auf einen Blick und Im Detail		589
Multifokaler oder chaotischer Vorhofrhythmus		589
Fehlendes Perikard		590
Rechtsventrikuläre Dysplasie (arrhythmogener rechter Ventrikel)		591
Schwere hypertrophe Kardiomyopathie		592
Seltsame R-Zacke in Ableitung V2 bei einer Patientin mit schwerer hypertropher Kardiomyopathie		592

Seltsame R-Zacke in Ableitung V1 bei einer Patientin ohne rechtsventrikuläre Hypertrophie oder posterioren Infarkt	592
Art der Rhythmusstörung?	594
Nach Pneumektomie links	596
Nach Pneumektomie rechts	597
Pneumothorax	598
Elektrischer Alternans	598
Häufige und seltene falsche Polung der Extremitätenableitungen in der frontalen QRS-Links-Achse und in der frontalen QRS-Vertikal-Achse	599
Falsche Polung der Extremitätenableitungen in der frontalen QRS-Links-Achse	599
Falsche Polung der Extremitätenableitungen in der frontalen QRS-Vertikal-Achse	601
Situs inversus	602
„Epileptischer“ Anfall des EKG-Apparates	602
Parasystolie	604
Linksseitiger Pleuraerguss	605
So genanntes „postsynkopales Bradykardie-Syndrom“	605
„Sterbendes Herz“	607
Zwei P-Wellen: Hoch spezifisch für Herztransplantation	608
Pseudo-P-Wellen in präkordialen Ableitungen V ₃ /V ₄	609
„Doppelte ventrikuläre Repolarisation“	610
T-Welle ohne QRS-Komplex	610
Doppelte ventrikuläre Antwort auf einen einzigen atrialen Impuls. Noch ein Artefakt?	611
Zum Schluss ein abstruses EKG	612
Literatur	613
Stichwortregister	615
EKG-Index	631