

Inhaltsverzeichnis

1 Das normale EKG	1
1.1 Anatomische Grundlagen	2
1.1.1 Lage des Herzens im Thorax	2
1.1.2 Herzhöhlen und große herznahe Gefäße	2
1.2 Anatomie und Physiologie des Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystems ..	4
1.2.1 Sinusknoten (primäres Erregungsbildungszentrum)	4
1.2.2 Erregungsausbreitung in den Vorhöfen und Erregungsüberleitung zum AV-Knoten	5
1.2.3 AV-Knoten und AV-junktionales Zentrum	5
1.2.4 Intraventrikuläres Leitungssystem ..	6
1.3 Anatomie der Herzkranzarterien und ihre Versorgungsbereiche	7
1.3.1 Aufzweigungen der linken Herzkranzarterie	7
1.3.2 Aufzweigungen der rechten Herzkranzarterie	9
1.3.3 Versorgungsbereiche der Herzkranzarterien	9
1.4 Elektrophysiologische Grundlagen	10
1.4.1 Ruhepotenzial	10
1.4.2 Aktionspotenzial (Erregung)	11
Depolarisation	11
Plateau	12
Repolarisation (Erregungsrückbildung)	12
1.4.3 Refraktärzeit	12
1.4.4 Erregungsfortleitung	13
1.4.5 Elektromechanische Koppelung ..	13
1.4.6 Spontane diastolische Depolarisation am Sinusknoten	13
1.4.7 Vektoren	14
1.4.8 Polung im EKG	16
1.4.9 Größe der Spannungen im EKG ..	16
1.4.10 Projektion von Vektoren auf Ableitungen	16
1.5 Definition des EKGs und seiner Anteile	19
1.5.1 P-Welle	19
1.5.2 PQ-Zeit	20
1.5.3 QRS-Komplex	21
Q-Zacken	21
R-Zacken und S-Zacken	22
QS-Komplex	23
1.5.4 ST-Strecke	23
1.5.5 T-Welle	23
1.5.6 QT-Zeit	23
1.5.7 U-Welle	24
1.6 Standard-EKG-Ableitungen	25
1.6.1 Bipolare Extremitätenableitungen (I, II, III)	26
1.6.2 Verstärkte unipolare Goldberger-Ableitungen (aVR, aVL, aVF)	26
1.6.3 Unipolare Brustwandableitungen nach Wilson (V ₁ bis V ₆)	27

1.7 Ergänzungsableitungen	30				30
1.7.1 Ableitungen nach Nehb	30	1.7.3 Routineprogramm und erweitertes Routineprogramm der EKG-Registrierung	31		31
1.8 Herzwandlokalisationen im EKG					34
1.9 EKG-Auswertung mit Bestimmung der Achsen von P, QRS und T					34
1.9.1 Bestimmung der Herzfrequenz ...	35				
Exakte Frequenzbestimmung mit dem EKG-Lineal	35	Herzachsenbestimmung anhand der Flächen des QRS-Komplexes sowie aller Ableitungen des Cabrera-Kreises (Extremitätenableitungen I, II, III und verstärkt unipolare Goldberger-Ableitungen aVR, aVL und aVF) ...	41		
Exakte Frequenzbestimmung ohne EKG-Lineal	35	Bedeutung der Achsen von P, QRS und T	46		
Ungenaue Frequenzbestimmung ...	36				
1.9.2 Ausmessen der Zeitwerte	36				
1.9.3 Bestimmung der elektrischen Herzachse	37	1.9.4 Lagetypen	48		
Bestimmung der elektrischen Herzachse anhand der Höhe der Zacken mithilfe des Einthoven-Dreiecks	37	Linkstyp	49		
Bestimmung der elektrischen Herzachse anhand der Flächen des QRS-Komplexes	40	Indifferenztyp	50		
		Steiltyp	51		
		Rechtstyp	52		
		Überdrehter Rechtstyp	53		
		Überdrehter Linkstyp	54		
		Sagittaltyp	55		
1.10 Routinemäßiges Auswerten eines EKGs		1.9.5 Beschreibung des EKGs in den Brustwandableitungen V₁ bis V₆	57		
1.10.1 Systematische EKG-Auswertung ..	58	Beispiele	60		
2 Das pathologische EKG					63
2.1 Rhythmusunabhängige Veränderungen					64
2.1.1 Formveränderungen der P-Welle (Übersicht)	64	Veränderung der Q-Zacke (der Septumerregung bzw. des Erregungsausbreitungsbeginns in den Herzkammern)	73		
P-pulmonale (P-dextrokardiale)	65	Intraventrikuläre Ausbreitungsstörungen (Schenkelblockbilder) ...	74		
P-mitrale (P-sinistroatriale)	65	Rechtsschenkelblock	76		
P-kardiale (P-biatriale)	67	Linksschenkelblock	82		
Zusammenfassung: Veränderungen der P-Welle bei Vorhofhypertrophie ..	68	Zusammenfassung: Rechts- und Linksschenkelblock	86		
Rückläufige Vorhoferregung (negative P-Wellen)	68	Hemiblöcke	87		
Blockierung des Bachmann-Bündels ..	69	Bifazikulärer Block	90		
2.1.2 Veränderungen des QRS-Komplexes (Erregungsausbreitungsstörungen in den Herzkammern, Schenkelblockbilder)	72	Trifazikulärer Block	94		
Normale Erregungsausbreitung in den Kammern	72	Bilateraler Schenkelblock	94		
		Arborisationsblock	96		
		Diffuser intraventrikulärer Block ...	96		

Elektrischer Alternans des QRS-Komplexes	99	Auswirkungen von Elektrolyt- störungen und Medikamenten auf die Erregungsrückbildung	116
Links- und rechtsventrikuläre Hypertrophie im EKG	99	Erregungsrückbildungsstörungen in Form von QT-Zeit-Verlängerungen	120
2.1.3 Erregungsrückbildungsstörungen: Veränderung der T-Welle und/oder der ST-Strecke	105	Lokalisation von Erregungsrück- bildungsstörungen	122
Klassifizierung der Erregungsrück- bildungsstörungen	105	2.1.4 Niederspannung (Niedervoltage)	123
Detaillierte Darstellung der ST-T-Veränderungen	108	2.1.5 Hochspannung (Makrovoltag)	125
2.2 Rhythmusstörungen	126		
2.2.1 Nomotoper Herzrhythmus	126	AV-junktionale Tachykardie (paroxysmale supraventrikuläre Tachykardie)	142
2.2.2 Vom Sinusknoten ausgehende Störungen der Erregungsbildung	126	Wandernder Schrittmacher	143
Sinusarrhythmie	126	2.2.6 Pararrhythmien	145
Sinusbradykardie	127	AV-Disssoziation	145
Sinustachykardie	127	Interferenzdisssoziation	146
Sinusknotenstillstand	129	Parasystolie	146
Sinusknottensyndrom (Sick-Sinus-Syndrom)	130	2.2.7 Von ventrikulären Erregungs- bildungszentren ausgehende Störungen der Erregungsbildung	148
2.2.3 Heterotope Herzrhythmen	131	Bradykarde ventrikuläre Rhythmen	149
2.2.4 Von den Vorhöfen ausgehende Störungen der Erregungsbildung	131	Akzelerierter idioventrikulärer Rhythmus	149
Vorhofflimmern	131	Tachykarde ventrikuläre Rhythmus- störungen	151
Vorhoftachykardie	134	Extrasystolen	157
Vorhofflimmern	134	Supraventrikuläre Extrasystolen (SVES)	159
Vorhofflimmernflattern	138	Ventrikuläre Extrasystolen (VES)	164
Vorhoftachykardus	138	Ersatzsystolen	175
2.2.5 Vom Bereich um den AV-Knoten ausgehende Störungen der Erregungsbildung	139	Kombinationssystolen	176
AV-junktionaler Rhythmus	139		
2.3 Erregungsüberleitungsstörungen	178		
2.3.1 Atrioventrikuläre Überleitungs- störungen (AV-Blockierungen)	178	2.3.3 Präexzitationssyndrome (Wolff-Parkinson-White-Syndrom, LGL-Syndrom)	186
AV-Block I. Grades	179	Wolff-Parkinson-White-WPW- Syndrom	187
AV-Block II. Grades	180	Lown-Ganong-Levine-Syndrom	189
AV-Block III. Grades (totaler AV-Block)	182	Anfälle paroxysmaler Tachykardien bei Präexzitation	190
2.3.2 Sinuatriale Überleitungsstörungen (SA-Blockierungen)	185		
Sinuatrialer Block I. Grades	185		
Sinuatrialer Block Grad IIa	185		
Sinuatrialer Block Grad IIb	185		
Sinuatrialer Block III. Grades	185		

2.4 Herzinfarkt im EKG	191
2.4.1 Koronare Herzkrankheit (KHK) . . . 191	
2.4.2 Herzinfarkt – Definition 191	
2.4.3 Lokalisation des Herzinfarktes . . . 192	
2.4.4 Stadien eines ST-Hebungs-Myokardinfarktes (STEMI) 193	
Stadium 0 des Herzinfarktes (STEMI) . . . 193	
Stadium I, ST-Stadium des Herzinfarktes 194	
Stadium 0–I 197	
Stadium I–II, ST-T-Stadium des Herzinfarktes 199	
Stadium II, T-Stadium des Herzinfarktes 199	
Stadium II–III des Herzinfarktes 201	
Stadium III (Endstadium des Herzinfarktes) 201	
2.4.5 Sichere Infarktzeichen 201	
Pathologische Q-Zacken (Infarkt-Q, Pardée-Q) 201	
2.4.6 Infarktalter 203	
2.4.7 EKG-Veränderungen beim inferioren Infarkt (Unterwandinfarkt) 203	
2.4.8 EKG-Veränderungen beim anterioren Infarkt (Vorderwandinfarkt) 203	
2.5 EKG-Veränderungen bei verschiedenen Erkrankungen	227
2.5.1 Entzündliche Herzerkrankungen . . . 227	
Perikarditis (Herzbeutelentzündung) 227	
Perimyokarditis 227	
Myokarditis (Herzmuskel-entzündungen) 229	
2.5.2 Kardiomyopathien 232	
Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM) 234	
2.5.3 Akute Rechtsherzbelastung (Lungenembolie) 234	
2.5.4 Chronische Rechtsherzbelastung (chronisches Cor pulmonale) 238	
2.5.5 Chronische Linksherzbelastung 241	
2.5.6 Situs inversus 243	
3 EKG-Sonderformen	245
3.1 Intrakardiales Elektrokardiogramm	246
3.1.1 His-Bündel-EKG 247	
3.2 Elektrophysiologische Untersuchung (EPU)	248
3.3 Schrittmacher-EKG	249
3.3.1 Beschreibung des Prinzips 249	
Allgemeine Indikationen 250	
Spezielle Indikationen der Herzschrittmachertherapie 251	
3.3.2 Indikationen zur Herzschrittmacherimplantation 250	

3.3.3	Nomenklatur der Schrittmachertypen	252	3.3.7	EKG bei Schrittmacherdefekten	261
3.3.4	EKG bei einem ventrikulären Ein-Kammer-Schrittmacher	253		Typen und Ursachen von Schrittmacherdefekten	261
3.3.5	EKG bei einem atrialen Ein-Kammer-Schrittmacher	255		Hinweise auf einen Schrittmacherdefekt im EKG	261
3.3.6	EKG bei einem Zwei-Kammer-Schrittmacher	257	3.3.8	Implantierbarer Cardioverter-Defibrillator (ICD)	264
3.3.9	Schrittmacherüberwachung				265
3.4	Belastungs-EKG				267
3.4.1	Definition und Voruntersuchungen	267		Kontraindikationen für eine Fahrradergometer-Belastung zur Abklärung der Belastbarkeit von Patienten	272
3.4.2	Methoden	267	3.4.5	Ausrüstung	272
3.4.3	Indikationen für die Fahrradergometer-Belastung	268		Wahl des Fahrradergometers	272
3.4.4	Kontraindikationen der Fahrradergometer-Belastung	268	3.4.6	Belastbarkeit des Patienten	273
	Vorbemerkungen	268	3.4.7	Durchführung der Ergometerbelastung	274
	Generelle Kontraindikationen für eine Fahrradergometer-Belastung jedweder Fragestellung	270		Vorbereitung	275
	Kontraindikationen für eine Fahrradergometer-Belastung zur Abklärung einer koronaren Herzkrankheit	270		Registrierung	275
	Medikamentenpause vor einer Fahrradergometer-Belastung	271		Nachbeobachtung	277
	Kontraindikationen für eine Fahrradergometer-Belastung zur Verifizierung und Beobachtung von Herzrhythmusstörungen	271	3.4.8	Abbruchkriterien (Zwischenfälle)	277
	Kontraindikationen für eine Fahrradergometer-Belastung zur Verifizierung eines Belastungshypertonus bzw. zur Überwachung einer medikamentösen Blutdruckeinstellung	271	3.4.9	Für die Auswertung des Belastungs-EKGs festzuhaltende Daten	278
3.5	Langzeit-Elektrokardiografie		3.4.10	Beurteilung eines Belastungstestes	280
				Auf eine koronare Herzkrankheit hindeutende Veränderungen im Belastungs-EKG	280
				Nicht auf eine koronare Herzkrankheit hindeutende Veränderungen im Belastungs-EKG	286
				Beim Belastungstest auftretende Veränderungen unabhängig von der Fragestellung koronare Herzkrankheit	287
4	Verzeichnisse				
4.1	Verzeichnis der Abbildungen				293
4.2	Verzeichnis der Tabellen				294
4.3	Verzeichnis der Merkkästen				304
					307

Inhaltsverzeichnis

5 Fragen	311
6 Glossar	317
7 Sachverzeichnis	339