

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Die moderne Sportkardiologie

1	<b>Die moderne sportmedizinische Untersuchung: Die TÜV-Plakette für jeden Sportinteressierten</b> .....	3
	<i>Josef Niebauer</i>	
1.1	<b>Stellenwert des Sports in Prävention und Therapie</b> .....	4
1.2	<b>Wandel der sportmedizinischen Untersuchung</b> .....	4
	Literatur .....	8
2	<b>Zusatzqualifikation Sportkardiologie</b> .....	11
	<i>Josef Niebauer, Martin Halle und Herbert Löllgen</i>	
2.1	<b>Einleitung</b> .....	12
2.2	<b>Hintergrund</b> .....	12
2.3	<b>Bisherige Situation</b> .....	13
2.4	<b>Zukünftige Situation</b> .....	13
	Literatur .....	13

## II Kardiovaskulärer Nutzen des Sports

3	<b>Prävention durch körperliche Aktivität</b> .....	17
	<i>Herbert Löllgen und Ruth Mari Löllgen</i>	
3.1	<b>Einleitung</b> .....	19
3.2	<b>Körperliche Aktivität versus Fitness</b> .....	20
3.2.1	Methodische Hinweise.....	20
3.2.2	Epidemiologische Aspekte .....	21
3.3	<b>Wirkungen von körperlicher Aktivität und Bewegung</b> .....	23
3.3.1	Dosis-Wirkungs-Beziehung .....	25
3.3.2	Somatische Auswirkung eines regelmäßigen körperlichen Trainings.....	26
3.3.3	Psychische und psychosomatische Aspekte : Motivation zur Bewegung .....	27
3.3.4	Psychische Auswirkungen oder mentale Fitness.....	28
3.4	<b>Patientengespräch</b> .....	28
3.5	<b>Prävention bei kardialen Erkrankungen</b> .....	29
3.5.1	Koronare Herzkrankheit.....	29
3.5.2	Herzinsuffizienz .....	30
3.5.3	Herzrhythmusstörungen.....	30
3.5.4	Arterieller Bluthochdruck.....	31
3.6	<b>Risikoreduktion durch körperliche Aktivität bei weiteren kardiovaskulären Erkrankungen</b> .....	31
3.6.1	Schlaganfall .....	31
3.6.2	Periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK) .....	32
3.6.3	Diabetes mellitus und kardiovaskuläre Komplikationen.....	32

3.7	<b>Langlebigkeit</b> .....	32
3.8	<b>Perspektiven</b> .....	34
	Literatur.....	36
4	<b>Sport als Therapeutikum: Die kardiologische Rehabilitation</b> .....	41
	<i>Josef Niebauer</i>	
4.1	<b>Einleitung</b> .....	42
4.2	<b>Lebenslange körperliche Aktivität</b> .....	47
4.3	<b>Krafttraining</b> .....	50
4.4	<b>Motivationshilfen</b> .....	50
	Literatur.....	51

### III Kardiovaskuläre Schädigung durch Sport?

5	<b>Viel hilft viel; schädigt Sport das Myokard?</b> .....	55
	<i>Rochus Pokan und Peter Hofmann</i>	
5.1	<b>Einleitung</b> .....	56
5.2	<b>Umfänge und Intensitäten mit positiver präventiver Wirkung</b> .....	56
5.3	<b>Überlegungen zu möglichen Schädigungen des Myokards</b> .....	57
5.4	<b>Grenzen der körperlichen Belastungen bei Patienten mit unterschiedlichen Herz-Kreislauf-Erkrankungen</b> .....	61
	Literatur.....	63
6	<b>Gefahren im Sport: Der plötzliche Herztod</b> .....	65
	<i>Andreas Nieß</i>	
6.1	<b>Einführung</b> .....	66
6.2	<b>Häufigkeit kardialer Zwischenfälle und des plötzlichen Herztods beim Sport</b> .....	66
6.2.1	Häufigkeit.....	66
6.2.2	Ältere Sportler und Sportler bei Ausdauerwettkämpfen.....	68
6.3	<b>Erfolg von Reanimationsmaßnahmen im Sport</b> .....	69
6.4	<b>Ursachen kardialer Ereignisse beim Sport</b> .....	69
	Literatur.....	71

### IV Die sportkardiologische Untersuchung und klinische Konsequenzen

7	<b>Die körperliche Untersuchung: Inhalte, Sinn und Ziel</b> .....	77
	<i>Herbert Löllgen und Ruth Mari Löllgen</i>	
7.1	<b>Einführung zur körperlichen Untersuchung: Anamnese, Klinik und Diagnostik</b> .....	78
7.2	<b>Anamnese</b> .....	78
7.3	<b>Risikoabschätzung</b> .....	82
7.4	<b>Symptome</b> .....	82
7.4.1	Brustschmerzen.....	82
7.4.2	Dyspnoe.....	82
7.4.3	Palpitation.....	82

7.4.4	Schwindel und Synkopen .....	82
7.5	<b>Diagnostik</b> .....	83
7.5.1	Inspektion .....	83
7.5.2	Palpation .....	83
7.5.3	Auskultation .....	83
7.5.4	Kardiale Auskultation.....	83
	Literatur .....	86
<b>8</b>	<b>Herzfrequenz und Blutdruck</b> .....	<b>89</b>
	<i>Herbert Löllgen</i>	
8.1	<b>Bedeutung der Herzfrequenz in Kardiologie und Sportmedizin</b> .....	90
8.1.1	Definition .....	90
8.1.2	Physiologie .....	90
8.1.3	Methodik .....	91
8.1.4	Beurteilung des Herzfrequenzverhaltens .....	93
8.1.5	Herzfrequenzvariabilität.....	95
8.1.6	Herz-Frequenz-Turbulenz.....	99
8.1.7	Chronotrope Inkompetenz.....	99
8.2	<b>Arterieller Blutdruck</b> .....	101
8.2.1	Definition .....	101
8.2.2	Physiologie .....	101
8.2.3	Phasen der Blutdruckmessung .....	101
8.2.4	Methodik.....	102
8.2.5	Verfahren zur Blutdruckmessung.....	103
8.2.6	Laufbandergometrie.....	105
8.2.7	Fahrradergometrie.....	105
8.2.8	Druck-Frequenz-Produkt .....	106
8.2.9	Langzeitblutdruckmessung .....	107
8.2.10	Barorezeptorensensitivität (BRS) .....	108
	Literatur .....	110
<b>9</b>	<b>Die sportkardiologische Untersuchung und klinische Konsequenzen – das EKG</b> .....	<b>113</b>
	<i>Robert Berent</i>	
9.1	<b>Einführung</b> .....	114
9.2	<b>Bradyarrhythmien und AV-Blockierungen</b> .....	118
9.3	<b>Inkompletter Rechtsschenkelblock</b> .....	119
9.4	<b>Early repolarization – frühe Repolarisation [17, 18, 19, 20, 21]</b> .....	119
9.5	<b>ST-Strecken-Senkungen und/oder T-Wellen-Inversionen</b> .....	121
9.6	<b>Rechtsventrikuläre Hypertrophie</b> .....	121
9.7	<b>Supraventrikuläre Arrhythmien</b> .....	122
9.8	<b>Vorhofflimmern/Vorhofflattern</b> .....	123
9.9	<b>Ventrikuläre Extrasystolien (VES)/Tachykardien</b> .....	123
9.10	<b>Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM)</b> .....	128
9.11	<b>Ionenkanalerkrankungen – Channelopathies [13]</b> .....	129
9.12	<b>Das Mitralklappenprolapsyndrom</b> .....	134
	Literatur .....	135

10	<b>Sport bei Kindern und Jugendlichen – kinder-kardiologische Aspekte</b> .....	139
	<i>Manfred Marx und Erwin Kitzmüller</i>	
10.1	<b>Einleitung</b> .....	140
10.2	<b>Physiologische Veränderungen und altersentsprechende Normalwerte</b> .....	140
10.3	<b>Das auffällige EKG</b> .....	143
10.3.1	Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM) .....	143
10.3.2	Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie (ARVC) .....	145
10.3.3	Kongenitale Koronar-anomalien.....	146
10.3.4	Angeborenes Long QT-Syndrom .....	146
10.3.5	Overte Präexzitation und Wolff-Parkinson-White (WPW)-Syndrom.....	148
10.3.6	Extrasystolie .....	149
10.4	<b>Sport bei Kindern und Jugendlichen – Sportlerlaubnis oder Sportbefreiung</b> .....	149
	Literatur .....	152
11	<b>Die sportkardiologische Untersuchung und klinische Konsequenzen</b> .....	157
	<i>Robert Berent</i>	
11.1	<b>Transthorakale Echokardiografie</b> .....	158
11.2	<b>Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie/Dysplasie (ARVC/D)</b> .....	166
11.2.1	Major Kriterien in der Diagnostik der ARVC/D [32, 35].....	168
11.2.2	Minor Kriterien in der Diagnostik der ARVC/D [32, 35].....	169
11.3	<b>Strain</b> .....	169
11.3.1	Klinische Anwendungsgebiete [39].....	170
11.4	<b>3-D-Echokardiografie [45]</b> .....	170
11.5	<b>Stressechokardiografie</b> .....	171
11.5.1	Physikalische Stressechokardiografie (Belastungsecho) .....	171
11.5.2	Pharmakologische Stressechokardiografie .....	172
11.5.3	Koronare Herzerkrankung (KHK) .....	172
11.5.4	Herzklappenerkrankungen .....	172
11.5.5	Kardiomyopathien .....	173
11.5.6	Komplikationen der Stressechokardiografie [66].....	174
11.6	<b>Teilnahme am Kompetitivsport [62, 69] (■ Tab. 11.5)</b> .....	174
11.6.1	Keine Einschränkungen beim Kompetitivsport .....	174
11.6.2	Einschränkungen für kompetitiven Ausdauer (AT)- oder Kraftsport (KT) .....	174
11.6.3	Kompetitivsportarten verboten .....	176
	Literatur .....	176
12	<b>Kardiale Computertomografie</b> .....	181
	<i>Christof Burgstahler</i>	
12.1	<b>Klinische Indikationen</b> .....	182
12.2	<b>Kontraindikationen</b> .....	183
12.3	<b>Limitationen</b> .....	183
12.4	<b>Strahlenexposition</b> .....	183
12.5	<b>Prognostische Wertigkeit der kardialen Computertomografie</b> .....	183
12.5.1	Kalzium-Score.....	183
12.5.2	CT-Koronarangiografie.....	183

12.6	<b>Kardiale Computertomografie in der Sportmedizin</b> .....	184
12.6.1	Risikoabschätzung mittels kardialer Computertomografie.....	184
12.6.2	Ausblick.....	185
12.7	<b>Fallbeispiele</b> .....	186
12.7.1	Fallbeispiel 1.....	186
12.7.2	Fallbeispiel 2.....	186
12.7.3	Fallbeispiel 3.....	187
12.7.4	Fallbeispiel 4.....	188
	Literatur .....	189
13	<b>Kardio-MRT in der Sportkardiologie</b> .....	191
	<i>Jürgen Michael Steinacker und Peter Bernhardt</i>	
13.1	<b>Methodik</b> .....	192
13.1.1	Morphologische und funktionelle Analyse .....	192
13.1.2	Gewebecharakterisierung.....	192
13.2	<b>Spezielle sportkardiologische Indikationen</b> .....	193
13.2.1	Differenzialdiagnose des großen Herzens – Kardiomyopathie und Sportherz.....	193
13.2.2	Primäre bzw. genetisch bedingte Kardiomyopathien .....	194
13.3	<b>Primäre genetisch bedingte Kardiomyopathien: ARVC</b> .....	197
13.4	<b>Primäre, gemischt bedingte Kardiomyopathien</b> .....	200
13.5	<b>Erworbene Kardiomyopathien</b> .....	202
13.6	<b>Ischämische Herzerkrankung</b> .....	204
13.7	<b>Klappen und Kongenitale Herzerkrankungen</b> .....	205
13.8	<b>COVID-19 und MRT-Befunde</b> .....	205
	Literatur .....	207
14	<b>Belastungs-EKG</b> .....	209
	<i>Victor Schweiger, Manfred Wonisch und David Niederseer</i>	
14.1	<b>Einleitung</b> .....	211
14.2	<b>Ziele von Belastungstests</b> .....	211
14.3	<b>Obligatorische Anforderungen und die medizinische Sporttauglichkeitsuntersuchung (PPE)</b> .....	213
14.4	<b>Methodische Ansätze</b> .....	214
14.5	<b>Technische Voraussetzungen für Belastungsuntersuchungen</b> .....	216
14.6	<b>Wann ist eine Belastungsuntersuchung abzubrechen?</b> .....	216
14.7	<b>Abfall der Sauerstoffsättigung</b> .....	216
14.8	<b>Interpretation der Nachbelastungsphase</b> .....	218
14.9	<b>Aspekte, die bei Belastungstests bei Athleten besonders zu beachten sind</b> .....	218
14.10	<b>Ergometrie vs. Spiroergometrie (CPET)</b> .....	219
14.11	<b>Herausforderungen bei der Durchführung von Belastungstests bei Athleten</b> .....	219
14.12	<b>Auswahl des richtigen Protokolls für Belastungstests bei Athleten</b> .....	219
14.13	<b>Grundprinzipien der Trainingsempfehlung</b> .....	222
14.14	<b>Risiko von Belastungstests bei Athleten</b> .....	222
14.15	<b>Besondere Hinweise für die pädiatrische Belastungsuntersuchung</b> .....	223
14.16	<b>Die Rolle von Belastungstests bei Athleten mit spezifischen kardiovaskulären Erkrankungen</b> .....	224
	Literatur .....	228

15	<b>Spirometrie</b> .....	229
	<i>Victor Schweiger, Manfred Wonisch und David Niederseer</i>	
15.1	<b>Einführung</b> .....	230
15.2	<b>Spirometrische Messgrößen</b> .....	230
15.3	<b>Beurteilung</b> .....	230
15.4	<b>Verdacht auf obstruktive bzw. restriktive Lungenerkrankung</b> .....	231
15.5	<b>Lungenfunktion, Training und körperliche Leistungsfähigkeit</b> .....	231
	Literatur .....	232
16	<b>Spiroergometrie</b> .....	233
	<i>Victor Schweiger, Manfred Wonisch und David Niederseer</i>	
16.1	<b>Einleitung</b> .....	235
16.2	<b>Grundlagen der Terminologie</b> .....	235
16.2.1	Maximale Sauerstoffaufnahme ( $VO_{2max}$ ).....	235
16.2.2	Atemminutenvolumen (Ventilation $V_E$ ).....	237
16.2.3	Kohlendioxidabgabe ( $VCO_2$ ) .....	237
16.2.4	Respiratorischer Quotient (RQ) .....	238
16.2.5	Atemreserve („breathing reserve“ – BR) .....	238
16.2.6	Atemäquivalente für Sauerstoff ( $V_E/VO_2$ ) und Kohlendioxid ( $V_E/VCO_2$ ) .....	238
16.2.7	Ventilatorische Schwelle (VT) .....	239
16.2.8	Respiratory compensation point (RCP).....	240
16.2.9	Sauerstoffpuls ( $VO_2/HR$ ).....	241
16.2.10	Herzfrequenzreserve (HRR) .....	241
16.2.11	Druck-Frequenz-Produkt (DFP) .....	241
16.3	<b>Allgemeine Anwendungen</b> .....	242
16.3.1	Evaluierung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Gesunde, Patienten, Athleten).....	242
16.3.2	Differenzierung von Dyspnoe .....	243
16.4	<b>Spezifische medizinische Indikationen</b> .....	244
16.4.1	Koronare Herzkrankheit.....	244
16.4.2	Chronische Herzinsuffizienz.....	245
16.4.3	Herztransplantation .....	247
16.4.4	Pulmonale Pathologien .....	248
16.5	<b>Rehabilitation</b> .....	249
16.6	<b>Belastungsprotokoll und Normwerte</b> .....	249
	Literatur .....	250

## V Sport bei Athleten mit erhöhtem kardiovaskulären Risiko

17	<b>Sport bei Athleten mit erhöhtem kardiovaskulärem Risiko</b> .....	259
	<i>Martin Halle, Katrin Esefeld, Isabel Fegers-Wustrow und Fritz Wimbauer</i>	
17.1	<b>Arterielle Hypertonie</b> .....	260
17.2	<b>Dyslipidämien</b> .....	264
17.2.1	Epidemiologie .....	264
17.2.2	Effekt von Sport auf den Fettstoffwechsel .....	264
17.2.3	Folgeerkrankungen.....	265

17.2.4	Screening .....	265
17.2.5	Familiäre Hypercholesterinämien .....	265
17.2.6	Medikamentöse Therapie .....	265
17.3	<b>Diabetes mellitus</b> .....	266
17.3.1	Typ-1-Diabetes und Leistungssport.....	267
17.3.2	Einflüsse auf das Glucoseverhalten bei sportlicher Aktivität .....	267
17.3.3	Praktische Empfehlungen zur Anpassung der Insulintherapie und Kohlenhydratzufuhr beim Sport.....	268
	Literatur .....	269

## **VI Athleten mit kardiovaskulären Erkrankungen: wer darf was?**

18	<b>Sport bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern (inklusive rechtsventrikulären Vitien)</b> .....	273
	<i>Harald Gabriel</i>	
18.1	<b>Einleitung</b> .....	274
18.2	<b>Klassifikationen der körperlichen Belastungen</b> .....	275
18.3	<b>Allgemeines</b> .....	275
18.4	<b>Häufige kongenitale Herzfehler</b> .....	275
18.4.1	Vorhofseptumdefekt.....	275
18.4.2	Ventrikelseptumdefekt.....	276
18.4.3	Persistierender Duktus Arteriosus (PDA) .....	277
18.4.4	Aortenisthmusstenose (Coarctatio Aortae = CoA).....	277
18.4.5	Aortenerkrankungen/Aortopathien: Marfan-Syndrom und verwandte erbliche Erkrankungen der thorakalen Aorta („heritable thoracic aortic diseases“ = HTAD) .....	278
18.4.6	Fallot’sche Tetralogie (Tetralogy of Fallot = ToF) .....	279
18.4.7	Rechtsventrikuläre-Ausflußtrakt-Obstruktion-Pulmonalklappenstenose und -insuffizienz .....	280
18.4.8	Pulmonalklappeninsuffizienz .....	280
18.4.9	Trikuspidalklappeninsuffizienz und – stenose .....	281
	Literatur .....	282
19	<b>Koronare Herzkrankheit, Koronarspasmen, Koronaranomalien und Myokardbrücken</b> .....	285
	<i>Mahdi Sareban und Jochen Hansel</i>	
19.1	<b>Einleitung</b> .....	286
19.2	<b>Die koronare Herzerkrankung</b> .....	286
19.3	<b>Der Nutzen körperlicher Aktivität in Hinblick auf Morbidität und Mortalität der KHK</b> .....	286
19.3.1	Ausdauertraining .....	287
19.3.2	Krafttraining und Training von Flexibilität und Koordination.....	288
19.4	<b>Das von körperlicher Aktivität ausgehende kardiale Risiko</b> .....	288
19.4.1	Potenzielle Faktoren, die eine Myokardischämie begünstigen.....	290
19.5	<b>Klinische Evaluation und Sportempfehlungen</b> .....	290

19.5.1	Klinische Evaluation und Sportempfehlungen bei asymptomatischen Personen mit KHK-Risikofaktoren .....	290
19.5.2	Klinische Evaluation und Sportempfehlungen bei asymptomatischen Personen mit gesicherter KHK.....	291
19.5.3	Sportempfehlungen nach einem Akuten Koronarsyndrom .....	292
19.5.4	Koronarspasmen .....	292
19.5.5	Koronaranomalien.....	293
19.5.6	Myokardbrücken.....	293
	Literatur.....	294
20	<b>Körperliches Training bei Patienten mit Aortenaneurysma.....</b>	<b>297</b>
	<i>Daniel Neunhäuserer, Jonathan Myers und Josef Niebauer</i>	
20.1	<b>Einleitung.....</b>	<b>299</b>
20.2	<b>Klinische Einblicke .....</b>	<b>299</b>
20.2.1	Ätiologie .....	299
20.2.2	Klinische Manifestation.....	300
20.2.3	Diagnose und Screening .....	300
20.2.4	Klinisches Management .....	300
20.3	<b>Körperliche (In-)Aktivität als Risikofaktor für Patienten mit AA? .....</b>	<b>301</b>
20.4	<b>Sicherheit während körperlicher Belastung bei Tests und Training .....</b>	<b>301</b>
20.4.1	Ergometrie .....	301
20.4.2	Körperliches Training .....	302
20.5	<b>Körperliche Fitness als prognostischer Marker.....</b>	<b>302</b>
20.6	<b>Belastungsinduzierte hämodynamische Anpassungen .....</b>	<b>303</b>
20.7	<b>Körperliches Training bei Patienten mit AA .....</b>	<b>303</b>
20.8	<b>Training auf Rezept für Patienten mit AA .....</b>	<b>304</b>
20.8.1	Ausdauertraining .....	305
20.8.2	Krafttraining .....	305
20.8.3	Mobilitäts- und Gleichgewichtstraining .....	305
20.8.4	Vorsichtsmaßnahmen .....	305
	Literatur .....	306
21	<b>Systolische Herzinsuffizienz: mit erhaltener oder eingeschränkter Pumpfunktion .....</b>	<b>311</b>
	<i>Valentina Rossi und Christian Schmied</i>	
21.1	<b>Pathophysiologie der Herzinsuffizienz im Zusammenhang mit Sport.....</b>	<b>312</b>
21.2	<b>Risikostratifikation von Patienten mit HFrEF .....</b>	<b>314</b>
21.3	<b>Aktuelle Empfehlungen .....</b>	<b>315</b>
21.4	<b>Trainingsprogramme, Trainingsdauer und Trainingsmodalitäten .....</b>	<b>316</b>
21.5	<b>Sportempfehlungen.....</b>	<b>319</b>
21.5.1	Herzinsuffizienz mit erhaltener Auswurfraction (HFpEF).....	320
21.5.2	Herztransplantierte Patienten (HTPL).....	320
	Literatur .....	321

22	<b>Diastolische Herzinsuffizienz</b> .....	323
	<i>Stephan Müller und Martin Halle</i>	
22.1	<b>Hintergrund</b> .....	324
22.2	<b>Effekte körperlicher Aktivität auf Leistungsfähigkeit, Herzfunktion und Lebensqualität</b> .....	324
22.3	<b>Effekte körperlicher Aktivität auf unerwünschte Ereignisse und Mortalität</b> .....	329
	Literatur .....	330
23	<b>Sport bei Myokarderkrankungen</b> .....	333
	<i>Andrei Codreanu, Charles Delagardelle, Laurent Groben, Maria Kyriakopoulou und Axel Urhausen</i>	
23.1	<b>Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM)</b> .....	336
23.1.1	Klinik .....	336
23.1.2	Diagnostik und Verlauf der HCM .....	336
23.1.3	Genetik der HCM .....	339
23.1.4	Medizinisches Management der HCM .....	339
23.1.5	Empfehlungen für Sportler mit HCM .....	340
23.2	<b>Linksventrikuläre „noncompaction“ Kardiomyopathie (LVNC)</b> .....	341
23.2.1	LVNC bei Sportlern.....	341
23.2.2	Empfehlungen für Sportler mit LVNC .....	342
23.3	<b>Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie (ARVC)</b> .....	343
23.3.1	Definition .....	343
23.3.2	Histopathologische Merkmale und Pathogenese.....	343
23.3.3	Epidemiologie .....	344
23.3.4	Diagnose .....	344
23.3.5	Klinisches Krankheitsbild.....	344
23.3.6	Differenzialdiagnose ARVC versus Sportlerherz .....	345
23.3.7	Risikostratifizierung und Prognose.....	345
23.3.8	Körperliche Belastung .....	345
23.3.9	Therapie.....	346
23.3.10	Nachuntersuchungen.....	347
23.3.11	Empfehlungen für Sportler mit ARVC.....	347
23.4	<b>Myokarditis</b> .....	347
23.4.1	Diagnose .....	348
23.4.2	Empfehlungen für Sportler mit Verdacht auf Myokarditis .....	350
	Literatur .....	352
24	<b>Sport bei linksventrikulären Klappenvitien</b> .....	359
	<i>Wilfried Kindermann, Jan Daniel Niederdöckl, Axel Urhausen und Jürgen Scharhag</i>	
24.1	<b>Einleitung</b> .....	360
24.2	<b>Aortenklappenstenose</b> .....	361
24.3	<b>Aortenklappeninsuffizienz</b> .....	363
24.4	<b>Bikuspide Aortenklappe</b> .....	365

24.5	<b>Mitralklappenstenose</b> .....	366
24.6	<b>Mitralklappeninsuffizienz</b> .....	367
24.7	<b>Mitralklappenprolaps</b> .....	370
24.8	<b>Kombinierte Vitien</b> .....	371
24.9	<b>Postoperative Belastbarkeit</b> .....	371
	Literatur .....	372
25	<b>Sport und Herzrhythmusstörungen</b> .....	377
	<i>Andreas Müssigbrodt</i>	
25.1	<b>Einleitung</b> .....	379
25.2	<b>Sport mit atrialen Rhythmusstörungen</b> .....	379
25.2.1	WPW Syndrom und andere akzessorische Bahnen .....	380
25.2.2	AV-Knoten-Reentry Tachykardien .....	383
25.2.3	Ektope atriale Tachykardien und supraventrikuläre Extrasystolen .....	384
25.2.4	Vorhofflimmern und Vorhofflattern .....	385
25.3	<b>Sport mit ventrikulären Rhythmusstörungen</b> .....	387
25.4	<b>Das Long-QT Syndrom</b> .....	392
25.5	<b>Das Brugada-Syndrom</b> .....	395
25.6	<b>Sport nach Synkopen</b> .....	397
25.7	<b>Sport mit Schrittmacher</b> .....	404
25.7.1	Physiologische und pathologische bradykarde Rhythmen und Leitungsverzögerungen bei Sportlern.....	404
25.7.2	Überlegungen vor dem Stellen einer Indikation zur Schrittmachertherapie .....	405
25.7.3	Dürfen Patienten mit Schrittmachern Sport treiben?.....	406
25.7.4	Überlegungen zur Implantation von Schrittmachern sportlicher Patienten .....	407
25.7.5	Überlegungen zur Programmierung von Schrittmachern sportlicher Patienten.....	408
25.8	<b>Sport mit implantiertem Defibrillator</b> .....	409
25.8.1	Überlegungen vor der Implantation .....	409
25.8.2	Überlegungen zur Programmierung .....	409
25.8.3	Dürfen Sportler mit ICD Sport treiben?.....	410
	Literatur .....	411
26	<b>Training von Patienten mit linksventrikulären mechanischen Herzunterstützungssystemen und nach Herztransplantation</b> .....	419
	<i>Christiane Marko, Francesco Moscato und Rochus Pokan</i>	
26.1	<b>Herzunterstützungssysteme</b> .....	420
26.1.1	Hintergrund.....	420
26.1.2	Entwicklung .....	420
26.1.3	Indikationen.....	420
26.1.4	Herz-Kreislauf-Regulation .....	422
26.1.5	Spezifische Situation der Patienten und Komplikationen.....	423
26.1.6	Therapietraining .....	424
26.2	<b>Herztransplantation</b> .....	426
26.2.1	Therapietraining .....	426
26.2.2	Spezifische Situation der Patienten.....	427
26.2.3	Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung .....	427
26.2.4	Trainierbarkeit .....	428
	Literatur .....	429

27	<b>Sport im Alter</b> .....	433
	<i>Hasema Persch und Jürgen Michael Steinacker</i>	
27.1	<b>Einleitung</b> .....	434
27.2	<b>Altersbedingte physiologische Veränderungen im kardiovaskulären System</b> .....	434
27.2.1	Altersspezifische Veränderungen in der Echokardiografie.....	435
27.3	<b>Allgemeine Empfehlungen zu Sport im Alter</b> .....	438
27.4	<b>Sporttauglichkeit im Alter?</b> .....	440
27.5	<b>Sportliche Aktivitäten, die im Alter empfohlen sind</b> .....	441
	Literatur .....	445
28	<b>Sport bei Master-Athleten</b> .....	449
	<i>Hasema Persch und Jürgen Michael Steinacker</i>	
28.1	<b>Was versteht man unter Master-Athleten?</b> .....	450
28.2	<b>Sportbedingte kardiale Veränderungen bei Master-Athleten</b> .....	451
28.3	<b>Kann zu viel Sport das Herz schädigen?</b> .....	452
28.3.1	Koronare Herzerkrankung bei Master-Athleten.....	453
28.3.2	Myokardfibrose bei Master-Athleten .....	455
28.3.3	Vorhofflimmern bei Master-Athleten.....	457
28.4	<b>Sporttauglichkeit bei Master-Athleten</b> .....	458
	Literatur .....	460
29	<b>Bergsport mit Herzerkrankungen</b> .....	463
	<i>Martin Burtscher und Wolfgang Schobersberger</i>	
29.1	<b>Einleitung</b> .....	464
29.2	<b>Belastungscharakteristika im Bergsport</b> .....	465
29.3	<b>Leistungsfähigkeit im Bergsport</b> .....	466
29.4	<b>Klimatische Charakteristika im Gebirge</b> .....	467
29.4.1	Temperatur: Kälte und Hitze .....	467
29.4.2	Höhe: Sauerstoffmangel (Hypoxie).....	468
29.5	<b>Risiko für einen plötzlichen Herztod in den Bergen</b> .....	470
29.5.1	Risikofaktoren für plötzlichen Herztod .....	470
29.5.2	Auslöser für den plötzlichen Herztod .....	471
29.6	<b>Präventivmaßnahmen</b> .....	472
29.6.1	Die sportmedizinische Vorsorgeuntersuchung mit Ausbelastungsergometrie .....	472
29.6.2	Therapie bestehender Risikofaktoren.....	473
29.6.3	Spezifische Trainingsvorbereitung .....	473
29.6.4	Verhaltensempfehlungen bei der Bergsportausübung .....	473
	Literatur .....	474
30	<b>Tauchen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen</b> .....	477
	<i>Maria Heger, Josef Kaiblinger, Ulrike Preiml und Christian Redinger</i>	
30.1	<b>Einleitung</b> .....	479
30.1.1	Tauchphysiologische Grundlagen .....	479
30.2	<b>Sportmedizinische Aspekte</b> .....	481
30.3	<b>Herz- und Gefäßerkrankungen und Tauchen</b> .....	481
30.3.1	Herzerkrankungen .....	481
30.3.2	Arterielle Hypertonie und Tauchen .....	482

30.3.3	Koronare Herzkrankheit, Herzinsuffizienz und Tauchen.....	482
30.3.4	Vitien – erworbene und angeborene Herzfehler und Tauchen.....	483
30.3.5	Aortenaneurysma .....	484
30.3.6	peripher arterielle Verschlusskrankheit (PAVK) .....	484
30.3.7	Lungenödem des Schwimmers / Tauchers.....	484
30.4	<b>Arrhythmien und Tauchen</b> .....	485
30.4.1	Einleitung.....	485
30.4.2	Bradykarde Herzrhythmusstörungen und Tauchen .....	486
30.4.3	Tachykarde Herzrhythmusstörungen .....	487
30.4.4	Genetische Herzerkrankungen und Channelopathien .....	488
30.4.5	Tauchen mit ICD .....	488
30.4.6	Tauchen mit Herzschrittmacher .....	488
30.4.7	Antikoagulation und Tauchen .....	489
30.5	<b>Sporttauchen mit Offenem Foramen Ovale (PFO)</b> .....	489
30.5.1	Einleitung.....	489
30.5.2	Prävalenz des PFO.....	489
30.5.3	Pathomechanismus der Arteriellen Gasembolie (AGE) und Dekompressionserkrankung (DCS) bei PFO.....	489
30.5.4	Indikationen zur PFO Abklärung .....	490
30.5.5	Diagnostische Verfahren .....	490
30.5.6	Tauchtauglichkeit bei verifiziertem PFO.....	491
30.5.7	„Low Bubble Diving“ .....	491
	Literatur .....	492

## VII Spezielle sportkardiologische Aspekte im Breiten- und Leistungssport

31	<b>Sicherheitsvorkehrungen in Sportstätten: Medizinische Versorgung von Zuschauern und Athleten bei sportlichen Großereignissen</b> .....	497
	<i>Frank van Buuren</i>	
	Literatur .....	501
32	<b>Doping und Medikamentenmissbrauch</b> .....	503
	<i>Andreas Nieß</i>	
32.1	<b>Einleitung</b> .....	504
32.2	<b>Epidemiologie</b> .....	504
32.3	<b>Kardiovaskuläres Risiko beim Doping</b> .....	505
32.3.1	Anabol-androgene Steroide (AAS) .....	506
32.3.2	Peptidhormone.....	506
32.3.3	Stimulanzien .....	507
32.3.4	Weitere Substanzen und Methoden .....	508
	Literatur .....	508
	<b>Serviceteil</b>	
	Stichwortverzeichnis .....	513