

Kardiologie 2008 · 2:49–64
 DOI 10.1007/s12181-007-0034-0
 Online publiziert: 13. Januar 2008
 © Deutsche Gesellschaft für Kardiologie –
 Herz- und Kreislaufforschung e.V.
 Published by Springer Medizin Verlag –
 all rights reserved 2008

M. Block · D. Bänsch · R. Gradaus · W. Jung · W. Schöls · C. Stellbrink · T. Wichter
 B. Zrenner

Curriculum „Praxis der ICD-Therapie“

Curriculum „Praxis der ICD-Therapie“

Herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.

Bearbeitet im Auftrag der Kommission für Klinische Kardiologie:
 M. Borggrefe, M. Böhm, J. Brachmann,
 H.R. Figulla, G. Hasenfuß, K. Rybak,
 U. Sechtem, S. Silber, außerdem
 H.M. Hoffmeister und A. Osterspey, und der
 Arbeitsgruppe „Herzschrittmacher und Arrhythmie“ der DGK: J. Tebbenjohanns,
 S. Willems, B. Nowak, D. Pfeiffer.

Korrespondierender Autor:

Prof. Dr. M. Block, Klinik Augustinum
 München, Wolkerweg 16, 81375 München

Das Curriculum „Praxis der ICD-Therapie“ wurde analog zum Curriculum „Praxis der Herzschrittmachertherapie“ (Kardiologie 2007; 1: 177–186) formuliert. Das Curriculum definiert aus Sicht der beteiligten Fachgremien die für eine Therapie mit implantierbaren „Cardioverter-Defibrillatoren“ (ICD) erforderlichen theoretischen Kenntnisse, die zusammen mit den praktischen Erfahrungen, die in der klinischen Aus- und Weiterbildung erlangt wurden, die Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige ICD-Therapie darstellen (■ **Tab. 1**). Bezüglich der antibradykarden Schrittmacherfunktionen und der Resynchronisationstherapie wird das Curriculum „Praxis der Herzschrittmachertherapie“ vorausgesetzt.

1 Grundlagen

1.1 Plötzlicher Herztod

1.1.1 Definition

Unterscheidung zwischen plötzlichem Tod und plötzlichem Herztod

- Zeitlicher Ablauf
- Beobachtet vs. unbeobachtet
- Unerwarteter Zeitpunkt des Todes

1.1.2 Epidemiologie

- Inzidenz in der Bevölkerung
 - z. B. Gesundheitsbericht für Deutschland, Monika-Projekt
- Ergebnisse populationsbezogener Studien
 - z. B. Maastricht-Studie, unbeobachtet vs. beobachteter Tod, Geschlechts- und Altersverteilung, vorbekannte Risikofaktoren, Reanimationsinzidenz und -erfolg

1.1.3 Zugrunde liegende kardiale Erkrankungen

- Prävalenz der Erkrankung und Inzidenz des plötzlichen Todes
- KHK
 - Bedeutung des akuten Myokardinfarktes, von Ischämien und alter Myokardinfarkte
 - Inzidenz des plötzlichen Herztodes in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand zum Myokardinfarkt, z. B. VALIANT
- Kardiomyopathien
 - DCM, HCM, ARVC
 - Typische EKGs (Ruhe-EKG und VT-EKG) sowie Befunde der bildgebenden Diagnostik
- Elektrische Grunderkrankungen
 - LQTS, Brugada-Syndrom, SQTS, CPVT, normales Herz
 - Typische EKGs (Ruhe-EKG und VT-EKG) sowie Ajmalin-Test, genetische Grundlagen

1.1.4 Indikatoren eines erhöhten Risikos

- LVEF und Herzinsuffizienzklasse nach NYHA
- „microvolt T-wave alternans“, Spätpotenziale, Herzfrequenzvariabilität, QT-Dispersion, „baroreflex sensitivity“ etc.
- Synkopen, Herz-Kreislauf-Stillstand
- Wertigkeit von dokumentierten ventrikulären Herzrhythmusstörungen in Abhängigkeit
 - von ihrem Ausmaß (häufige VES, nicht anhaltende VT, anhaltende VT)
 - von ihren hämodynamischen Auswirkungen (niedriger RR, akute Herzinsuffizienz, Synkope, Herz-Kreislauf-Stillstand)
 - weiterer vorhandener Indikatoren (LVEF etc.)
- Wertigkeit von induzierten VT/VF in Abhängigkeit von
 - ihrer Art (nicht anhaltende VT, anhaltende monomorphe VT, anhaltende schnelle polymorphe VT, VF)
 - ihrem Auslösungsmodus
 - der zugrunde liegenden kardialen Erkrankung
- Familienanamnese für plötzlichen Herztod

1.1.5 Pathomechanismen des plötzlichen Todes

- Inzidenz in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Grunderkrankung
- Rhythmogen
 - Tachykardien, Bradykardien, Asystolien
- Andere kardiale Ursachen
 - Terminale Herzinsuffizienz, Klappenfehler etc.

| Abkürzungen | |
|-------------|---|
| ACC | American College of Cardiology |
| AHA | American Heart Association |
| AV | Atrioventrikulär |
| AVID | Antiarrhythmics vs Implantable Defibrillators Study |
| ARVC | Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie |
| ATP | Antitachykarde Stimulation |
| AVNRT | AV-Knoten-Reentry-Tachykardie |
| CABG-Patch | Coronary Artery Bypass Graft Patch Study |
| CASH | Cardiac Arrest Study Hamburg |
| CIDS | Canadian Implantable Defibrillator Study |
| COMPANION | Comparison of Medical Therapy, Pacing and Defibrillation in Heart Failure Study |
| CPVT | Catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia |
| CS | Koronarsinus |
| CRT | Cardiac Resynchronization Therapy |
| DCM | Dilatative Kardiomyopathie |
| DEFINITE | Defibrillators in Non-Ischemic Cardiomyopathy Treatment Evaluation |
| DFT | Defibrillationsschwelle |
| DGK | Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung |
| DINAMIT | Defibrillators in Acute Myocardial Infarction Trial |
| EGM | Intrakardiales Elektrokardiogramm |
| ERI | Elective Replacement Indicator |
| EOL | End of Life |
| ESC | European Society of Cardiology |
| G-DRG | German Diagnosis Related Groups |
| HCM | Hypertrophe Kardiomyopathie |
| HOCM | Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie |
| HRS | Heart Rhythm Society (zuvor NASPE) |
| ICD | Implantierbarer „Cardioverter-Defibrillator“ |
| KHK | Koronare Herzerkrankung |
| LQTS | Long QT syndrome |
| LV | Linksventrikulär |
| LVEF | Linksventrikuläre Ejektionsfraktion |
| IRIS | Immediate Risk Stratification Improves Survival Study |
| MADIT | Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial |
| MUSTT | Multicenter Unsustained Tachycardia Trial |
| NYHA | Herzinsuffizienzklasse |
| OPTIC | Optimal Pharmacological Therapy In Implantable Defibrillator Patients |
| RV | Rechtsventrikulär |
| SCD-HeFT | Prevention of Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial |
| SQTS | Short QT syndrome |
| SRD | Sustained rate duration |
| SVC | Vena cava superior |
| SVT | Supraventrikuläre Tachykardie |
| TEE | Transösophageale Echokardiographie |
| VALIANT | Valsartan in Acute Myocardial Infarction Trial |
| VES | Ventrikuläre Extrasystolen |
| VT | Ventrikuläre Tachykardie |
| VF | Kammerflimmern |

- Nichtkardiale Ursachen
 - Lungenembolie, intrazerebrale Blutung, Fremdeinwirkung etc.

1.2 Pathophysiologie ventrikulärer Tachyarrhythmien

- ### 1.2.1 VF
- Entstehung

- Ischämie
- Degeneration einer VT
- „multiple wavelet“ Hypothese, „rotor“ Hypothese
- Ausnutzung der vulnerablen Phase zur Induktion mit T-Wellen-Schock
- Defibrillation
 - Wahrscheinlichkeitsfunktion der erfolgreichen Defibrillation
 - Abhängigkeit des Erfolges von der Dauer des Kammerflimmerns und der verwandten Impulsform
 - Definition der DFT und DFT+ und ihre Beeinflussbarkeit durch Medikamente

1.2.2 VT durch Reentry

- Beschreibung der Elektrophysiologie und Morphologie eines Reentrykreises
- Prinzip der Kardioversion und der hierzu benötigten niedrigen Energien
- Eingreifen der antitachykarden Stimulation in den Reentrykreis

1.2.3 Andere ventrikuläre Tachyarrhythmien

- Getriggerte Aktivität, frühe und späte Nachdepolarisationen
- Fokale abnorme Aktivität

1.3 Historische Entwicklung der ICD-Therapie

1.3.1 Entwicklung der Therapieprinzipien mittels externer Geräte

- Defibrillation und Kardioversion
- Antitachykarde Stimulation

1.3.2 Erster implantierter Defibrillator

- Reiner Defibrillator mit epikardialen Flächenelektroden und „probability density function“

1.3.3 Fortentwicklungen zum aktuellen ICD

- Programmierbare Detektionsparameter
- Transvenös-subkutane Elektroden und biphasische Defibrillation
- Miniaturisierung des Aggregats, pectorale Implantation, „active can“

1.4 Standardmodell eines 1-Kammer-ICD

- Aggregat
 - Batterie, Kondensatoren, Mikroprozessor, „active can“, Anschlusskopf
- Sonde
 - Stecker, Schockpol, Sense-Pace-Elektrode, Verankerung, Isolation

1.5 Funktionsprinzip eines 1-Kammer-ICD

1.5.1 Therapeutische Möglichkeiten

- Defibrillation
 - Energie und Anzahl der Schocks
 - Impulsformen
 - Mögliche Schockwege
 - Gefahr eines myokardialen Schadens durch Defibrillation
- Kardioversion
 - Effektivität und Schmerzempfinden für Schocks mit niedriger Energie
- Antitachykarde Stimulation
 - Effektivität und Akzeleration in Abhängigkeit vom Stimulationsmodus

1.5.2 Detektionsprinzipien

- Frequenzkriterium
- Zusatzkriterien
 - Sensitivität vs. Spezifität
 - Limitierte Anwendung auf bestimmte Zonen, kurze Tachykardien und Erstdetektion der Tachykardie

1.5.3 Basisalgorithmus

- Aufteilung in Frequenzzonen mit der Möglichkeit für verschiedene Zusatzkriterien und Therapiemöglichkeiten

1.6 Effektivität und Komplikationen der ICD-Therapie

1.6.1 Perioperative Letalität und Morbidität

- Letalität durch ICD-Implantation und mögliche Ursachen
- Benennung häufiger und seltener, aber schwerer Komplikationen der Implantation

1.6.2 Effektivität der ICD-Therapie

- Effektivität in der Terminierung von VT/VF durch Schock bzw. antitachykarde Stimulation

Tab. 1 Zeitrahmen der Themenblöcke

| Zeit | Themenblöcke | Zeitraumen |
|----------|--|-------------|
| 1 | Grundlagen | 2 UE |
| 1.1 | Plötzlicher Herztod | |
| 1.2 | Pathophysiologie ventrikulärer Tachyarrhythmien | |
| 1.3 | Historische Entwicklung der ICD-Therapie | |
| 1.4 | Standardmodell eines 1-Kammer-ICD | |
| 1.5 | Funktionsprinzipien eines 1-Kammer-ICD | |
| 1.6 | Effektivität und Komplikationen der ICD-Therapie | |
| 1.7 | Alternative Therapien | |
| 1.8 | Leitlinien und gesetzliche Bestimmungen | |
| 2 | Indikationen zur ICD-Therapie | 2 UE |
| 2.1 | Involvierte Ärzte | |
| 2.2 | Indikationsklassen nach Leitlinien | |
| 2.3 | Kontraindikationen und Einschränkungen zur ICD-Implantation | |
| 2.4 | Diagnostik und Evaluation der Arrhythmien | |
| 2.5 | Wertigkeit von Parametern der Risikostratifikation | |
| 2.6 | ICD-Indikationen in der Sekundärprävention | |
| 2.7 | ICD-Indikationen in der Primärprävention | |
| 2.8 | Kosten | |
| 3 | ICD- und Sondenmodelle | 1 UE |
| 3.1 | 1-Kammer-ICD | |
| 3.2 | 2-Kammer-ICD | |
| 3.3 | 3-Kammer-ICD | |
| 3.4 | ICD-Sonden | |
| 4 | Implantation | 1 UE |
| 4.1 | Vorbereitung der Operation | |
| 4.2 | Implantation des ICD | |
| 4.3 | Nachsorge nach der Operation | |
| 4.4 | Perioperative Komplikationen | |
| 4.5 | Spezielle Implantationsbedingungen | |
| 5 | Programmierung | 3 UE |
| 5.1 | Voraussetzungen und Ziele | |
| 5.2 | Interventionsfrequenz | |
| 5.3 | Detektionsalgorithmen von 1-Kammer-ICDs | |
| 5.4 | Detektionsalgorithmen von 2-Kammer-ICDs | |
| 5.5 | Effektivität und Komplikationen der Programmierung von Detektionsalgorithmen | |
| 5.6 | ICD-Therapien | |
| 5.7 | Programmierung der Schrittmacherfunktion bei ICDs | |
| 5.8 | Weitere Optionen bei 2-Kammer-ICDs | |
| 6 | Nachsorgeuntersuchungen | 2 UE |
| 6.1 | Indikationen zur Nachsorge | |
| 6.2 | Ablauf der Nachsorgeuntersuchungen | |
| 6.3 | Interpretation von Elektrogrammen | |
| 6.4 | Anpassung der Programmierung | |
| 7 | Intervention bei häufigen ICD-Therapien | 2 UE |
| 7.1 | Differenzierung zwischen adäquaten und inadäquaten Therapien | |
| 7.2 | Intervention bei häufigen inadäquaten Therapien | |
| 7.3 | Intervention bei häufigen adäquaten Therapien | |
| 7.4 | Psychosoziale Auswirkungen | |

Fortsetzung auf Seite 52

Tab. 1 Zeitrahmen der Themenblöcke (Fortsetzung)

| Zeit | Themenblöcke | Zeitrahmen |
|---|---|-------------|
| 8 | Fehlfunktionen, Aggregataustausch, Revisionseingriff | 1 UE |
| 8.2 | Fehlfunktionen | |
| 8.2 | Infektion des ICD-Systems | |
| 8.3 | Aggregataustausch | |
| 8.4 | Revisionseingriff | |
| 9 | Erfolgskontrolle | 1 UE |
| 1 UE (Unterrichtseinheit) = 45 min | | |
| Gesamtkurs mit allen Modulen und 15 UE unterteilbar in: | | |
| Grundkurs mit Modulen 1–5, 9 mit 10 UE und Fortgeschrittenenkurs mit Modulen 6–9 mit 6 UE | | |
| Kursus für nicht in die Programmierung oder Implantation eingebundene Ärzte: Module 1, 2, 3, 6 und 9 mit 8 UE | | |
| Kursus für implantierende, aber nicht in die Nachsorge eingebundene Ärzte: Module 1, 2, 3, 4, 5, 8 und 9=11 UE | | |
| Nicht im Kurs enthalten ist die sachkundige Einweisung in die Programmiergeräte der einzelnen Hersteller. Diese muss durch den jeweiligen Hersteller vor Ort in der Klinik/Praxis oder in einem Programmiergerätekurs erfolgen. | | |
| Kurse, die nach dem Curriculum durchgeführt werden und deren Teilnahme durch die Weiter- und Fortbildungsakademie „Kardiologie“ urkundlich bestätigt werden, bedürfen bezüglich des Programms einschließlich der vorgesehenen Referenten und der gestellten Prüfungsfragen der Genehmigung des Nucleus der Arbeitsgruppe „Herzschrittmacher und Arrhythmie“ der DGK. Durch den Nucleus hat eine stichprobenartige Qualitätskontrolle der Kurse zu erfolgen. | | |

- Gefährdung der Effektivität durch VT unterhalb der programmierten Detektionsfrequenz und unaufhörliche VT

1.6.3 Komplikationen der ICD-Therapie

- Benennung schwerer Komplikationen mit Beeinflussung der Lebensqualität
- Inadäquate Therapien als mit Abstand häufigste Komplikation
- Unterschiedliche Patientenakzeptanz von schmerzhaften Schocks, mögliche psychosoziale Auswirkungen

1.7 Alternative Therapien

1.7.1 Medikamentöse Therapie

- Testung der Effektivität von Antiarrhythmika durch programmierte rechtsventrikuläre Stimulation
- Amiodaron
- Effektivität und Patientenakzeptanz
- Verringerung des plötzlichen Herztodes durch β -Blocker und andere Medikamente

1.7.2 Katheterablation

- Voraussetzungen an die Induzierbarkeit und Lokalisationsdiagnostik

1.7.3 Chirurgische Therapie

- Perioperative Letalität und Langzeiteffektivität

1.8 Leitlinien und gesetzliche Bestimmungen

1.8.1 Übersicht der Leitlinien und ihrer Internetverfügbarkeit

- Deutsche Leitlinien
- Europäische Leitlinien
- Amerikanische Leitlinien

1.8.2 Übersicht der gesetzlichen Vorschriften

- Medizinproduktegesetz (MPG)
- Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV)
- Gerätesicherheitsgesetz
- Röntgenverordnung (RöV)
- Richtlinien für Krankenhaushygiene und Infektionsprophylaxe
- CE-Zeichen
- Klinische Prüfungen ohne/mit CE-Zeichen
- Sachkunde

1.8.3 Anforderungen an den Arzt im Einzelnen

- Bei der Inbetriebnahme und Benutzung von Medizinprodukten
 - EKG ohne/mit intrakardialer Ableitung, Programmiergeräte, Reizschwellenmessgeräte, Geräte zur programmierten Stimulation, Fibrillatoren, Defibrillatoren
 - Gerätebuch, Bestandsverzeichnis, Einweisung, Geräteverantwortlicher, Sachkunde
 - Sicherheitstechnische Kontrollen, Meldung von Vorkommnissen etc.
- Bei der Auswahl von Implantaten und Hilfsmitteln
 - CE-Zeichen, äußerstes Implantationsdatum (UBD), Wiederverwendung/Resterilisation
- Bei der Implantation
 - Räumlichkeiten, Hygienevorschriften, Strahlenschutz, Isolationschutz etc.

1.8.4 Anforderungen an den Patienten im Einzelnen

- Fahrerlaubnis beruflich/privat
- Anschnallpflicht

2 Indikationen zur ICD-Therapie

2.1 Beteiligte Ärzte

2.1.1 Identifikation von Risikopatienten durch Internisten, Kardiologen, Herzchirurgen u. a.

- Lebensbedrohliche Rhythmusereignisse
 - VF, anhaltende VT
- Arrhythmiebedingte bedrohliche klinische Ereignisse
 - Synkopen, plötzliche schwere Herzinsuffizienz u. a.
- Indikatoren der Gefahr für einen plötzlichen Herztod (zur Primärprävention)

2.1.2 Indikationsstellung zur ICD-Implantation durch

- Kardiologen mit elektrophysiologischer Ausbildung
- ICD implantierende Herzchirurgen (in der Regel in Abstimmung mit Kardiologen)

2.2 Indikationsklassen nach Leitlinien

2.2.1 Indikationsklassen I, IIa, IIb, III

2.2.2 „Level of evidence“ A, B, C

2.2.3 Kenntnisse der aktuellen Leitlinien der Fachgesellschaften (DGK, ESC, ACC, AHA, HRS)

2.3 Kontraindikationen und Einschränkungen zur ICD-Implantation

2.3.1 Kontraindikationen

- z. B. permanente („incessant“) VT, geringe Lebenserwartung, schwerste psychiatrische Erkrankung, NYHA-IV-therapierefraktäre Herzinsuffizienz ohne Option zur Herztransplantation oder CRT

2.3.2 Fehlende Indikation

- z. B. Ereignis im akuten Myokardinfarkt (<48 h), Synkope ohne strukturelle oder primär elektrische Herzerkrankung und ohne induzierbare VT, durch Katheterablation behandelbare Arrhythmie bei normaler Ventrikel-funktion (WPW-Syndrom, idiopathische Kammer-tachykardie)

2.3.3 Bedeutung vermeidbarer oder passagerer Ursachen von VT/VF

- z. B. Trauma, Stromunfall, erworbenes QT-Syndrom mit medikamentös ausgelösten Torsade-de-pointes-VT

2.3.4 Bedeutung von Begleitumständen

- z. B. Elektrolythaushalt, metabolische Entgleisung, Hyperthyreose

2.4 Diagnostik und Evaluation der Arrhythmien

2.4.1 Anamnese, Fremdanamnese, Arztberichte, Notarztberichte

2.4.2 Arrhythmiedokumentation (12-Kanal-EKG, Monitorstreifen)

- Unterscheidungsmerkmale zwischen VT und SVT mit aberrierender Lei-

tung oder über eine akzessorische Bahn

- Erkennung von als VT imponierenden Artefakten
- Bedeutung anhaltender vs. nicht anhaltender VT
- Bedeutung hämodynamisch tolerabler vs. intolerabler VT

2.4.3 Begleitende Umstände zum Zeitpunkt der Indexarrhythmie

- Medikation
 - Proarrhythmische Medikationen und die durch sie bedingten VT
- Ischämiezeichen
 - Klinik, EKG, Labormarker
- Elektrolyte
 - Kalium, Magnesium

2.4.4 Typische Zeichen der arrhythmiebedingten Synkope

- Umstände, Beginn, Dauer, Erholung

2.4.5 Indikation zu und Wertigkeit von weiterführenden Untersuchungen

- Echokardiographie, Koronarangiographie, elektrophysiologische Untersuchung etc.

2.5 Wertigkeit von Parametern der Risikostratifikation

2.5.1 Familienanamnese

- Verdacht auf genetisch determinierte Erkrankungen, plötzliche Todesfälle

2.5.2 LVEF und Stadien der Herzinsuffizienz (NYHA)

2.5.3 Arrhythmiedokumentation

- VES, Salven, nicht anhaltende VT etc.

2.5.4 EKG-Parameter

QRS-Breite, Herzfrequenzvariabilität, „microvolt T-wave alternans“, QT-Dispersion, Spätpotenziale etc.

2.5.5 Spezifische EKG-Befunde bei

- ARVC
 - Epsilon-Potenzial, QRS-Prolongation, T-Negativierung
- Brugada-Syndrom
 - „saddle-back“ und „coved-type“ ST-Hebung, pharmakologische Provokation

– LQTS

- Charakteristik der QT-Morphologie
- Andere

2.5.6 Elektrophysiologische Diagnostik

- Sensitivität, Spezifität und Reproduzierbarkeit von Befunden bei verschiedenen Grunderkrankungen
- Bedeutung für die Indikationsstellung zur ICD-Implantation

2.6 ICD-Indikationen in der Sekundärprävention

2.6.1 Bedeutung der Indexarrhythmie

- Kreislaufstillstand vs. VT

2.6.2 Bedeutung der Grundkrankheit zur Indikationsstellung

KHK, Postinfarktstadium, DCM, HCM, ARVC, angeborene und erworbene Herz(klappen)fehler, primär elektrische Erkrankungen

2.6.3 Bedeutung von LVEF und NYHA-Stadium

2.6.4 Kenntnisse der grundlegenden randomisierten Studien

AVID, CASH, CIDS

2.6.5 Risikostratifikation und Kriterien zur ICD-Implantation bei

- Kardiomyopathien (DCM, HCM, ARVC)
- Brugada-Syndrom
- LQTS
- Seltene Erkrankungen

2.7 ICD-Indikationen in der Primärprävention

2.7.1 Bedeutung der Grundkrankheit zur Indikationsstellung

KHK, Postinfarktstadium, DCM, HCM, ARVC, angeborene und erworbene Herz(klappen)fehler, primär elektrische Erkrankungen

2.7.2 Bedeutung von LVEF und NYHA-Stadium

2.7.3 Bedeutung der intra- und interventrikulären Asynchronie

2.7.4 Bedeutung von krankheits-spezifischen Risikoprädiktoren

2.7.5 Kenntnisse der grundlegenden randomisierten Studien

CABG-Patch, MADIT, MUSTT, MADIT 2, DEFINITE, COMPANION, SCD-HeFT, DINAMIT, IRIS

2.7.6 Kenntnisse der aktuellen (Register-)Daten und der Risikostratifikation mit Kriterien zur ICD-Implantation bei

- Kardiomyopathien (DCM, HCM, ARVC)
- Brugada-Syndrom
- LQTS
- Seltenen Erkrankungen

2.8 Kosten

2.8.1 Kosteneffektivität

- Kosten pro gewonnenes Lebensjahr für
- verschiedene ICD-Indikationen
 - andere anerkannte medizinische Therapien

2.8.2 Fallpauschalen im G-DRG-System

- Kosten für ICD und Sonden
- Kostenerstattung im G-DRG-System
- Hoher Sachkostenanteil der Implantation und Auswirkung auf das Krankenhausbudget

3 ICD- und Sondenmodelle

3.1 1-Kammer-ICD

3.1.1 Bestandteile des Aggregats

- Gehäuse: aktiv, Dicke, Volumen, Röntgenkennzeichnung
- Anschlusskopf für Sonde(n)
- Batterie(n): Lebensdauer
- Kondensatore(n)
- Mikroprozessor
- Verstärker
- Magnetschalter
- Audio-Transducer für Signale

- Antenne für Telemetrie

3.1.2 Erkennungszonen

- Fibrillationszone (VF-Zone)
- Tachykardiezone(n) [VT-Zone(n)]
- Bradykardiezone

3.1.3 Erkennung von VF und schneller VT (VF-Zone)

- Amplituden und deren Schwan-
kungsbreite bei Kammerflimmern
und polymorphen VT
- Filterung und Verstärkung der intra-
kardialen Sensing-Signale; konstante
Empfindlichkeit vs. automatisch an-
gepasste Empfindlichkeit vs. automa-
tische Eingangsverstärkung
- Erfordernis der Detektion von x aus
n RR-Intervallen unterhalb einer
kurzen Zykluslänge zur Schockabgabe

3.1.4 Erkennung langsamer VT (VT-Zone)

- In der Regel stabile Amplituden
- Therapie nach n RR-Intervallen im
definierten Zykluslängenbereich
- Programmierbare Zusatzkriterien
 - Inhibieren Detektion: Frequenz-
sprung, Stabilität, QRS-Morpholo-
gie etc.
 - Evtl. nur passager: „safety timer“,
SRD etc.

3.1.5 Diagnostische Funktionen

- Anzeige des Batteriestatus und der
Funktionsparameter: Sensing, Pacing-
Impedanz, Schockimpedanz, Lade-
zeiten, Programmierung
- Episodenzähler: Angaben zu abgege-
benen/erfolgreichen Therapien
- Elektrogrammspeicher: Markersig-
nale, Nahfeld- vs. Fernfeldsignal des
Ventrikels
- Nichtinvasive programmierte Stimu-
lation über den ICD

3.1.6 Therapeutische Funktionen

- Therapeutische Prinzipien: Antita-
chykarde Stimulation, Kardioversion,
Defibrillation
- Therapiezonen: VT-Zonen, Defibril-
lationszone
- Defibrillationstherapie
 - Benötigte Spannungen und Ener-
gien

- Verfügbarkeit von ICDs mit hö-
herer maximaler Schockenergie
- Kondensatoraufladung und typi-
scherweise dafür benötigte Zeit
- Kondensatorentladung und resul-
tierende Schockformen, monopha-
sisch, biphasisch, Bedeutung der
Polarität
- Programmierbarkeit in VF-Zone
- Antitachykarde Stimulation
 - Einzelstimulus, Burst, Scan, Ramp
 - Während der Kondensatoraufla-
dung
- Programmierbarkeit in den VT-
Zone(n)
 - 2- vs. 3-Zonen-Programmierung
 - Therapieinhibierung und zeitliche
Begrenzung
 - Antitachykarde Stimulationssche-
mata, Kardioversion

3.1.7 Redetektion

- Ursachen
 - Erfolgreiche Therapie
 - Unaufhörliche VT
- Unterschiede in der Redetektion im
Vergleich zur Erstdetektion
- Auswirkung von Abnahme oder Zu-
nahme der Tachykardiefrequenz auf
die Therapie
- Maximale Anzahl von Therapien

3.1.8 Besondere ICD-Funktionen

- Telemetrie
- Homemonitoring
- Magnetmodus
- Warntöne
- Programmierte ventrikuläre Stimula-
tion
- Möglichkeiten zur Induktion von VF

3.2 2-Kammer-ICD

3.2.1 Differenzialindikation gegenüber dem 1-Kammer-System

- Aus bradykarder Indikation
Kenntnisse aus den Richtlinien zur
Herzschrittmachertherapie der DGK
- Zur Vermeidung von inadäquaten
Therapien
Kenntnisse über die randomisierten
Studien
- Aus seltenen Indikationen
z. B. bei langem QT-Syndrom, bei
HOCM, bei Prävention oder Thera-
pien von Vorhoffarrhythmien

3.2.2 Zusätzliche Hardware

Anschlusskopf zur Aufnahme einer atrialen Elektrode

3.2.3 Spezifische Detektionsalgorithmen

(s. Kapitel 5)

3.2.4 Möglichkeit der Abgabe atrialer Therapien

3.2.5 Besonderheiten von „Single lead-VDD-ICD-Systemen“

3.2.6 Spezifische Probleme von 2-Kammer-Systemen

3.3 3-Kammer-ICD

3.3.1 Differenzialindikation gegenüber dem 1- bzw. 2-Kammer-System

- Indikation zur Resynchronisation aufgrund von QRS-Breite, Blockbild, echokardiographischen Kriterien der Asynchronie, Herzinsuffizienzklasse und LVEF
- Erwägung der Resynchronisation bei erforderlicher häufiger Kammerstimulation in Abhängigkeit von LVEF

3.3.2 Zusätzliche Hardware

Anschlusskopf zur Aufnahme einer LV-Elektrode

3.3.3 Spezifische diagnostische Möglichkeiten biventrikulärer Systeme

- Aktivitätsmarker
- Bestimmung des Lungenwassers
- Herzfrequenzvariabilität

3.3.4 Spezifische Probleme biventrikulärer Systeme: Doppeltzählung von RV-/LV-Signalen, Zwerchfellzucken

3.4 ICD-Sonden

3.4.1 Aufbau der Pace/Sense/Defibrillationselektrode

- Steckverbindungen an das Aggregat
 - IS-1-Norm für Sense/Pace-Elektroden

- DF-1-Norm für Defibrillationselektroden
- Andere Stecker
- Aufbau des Elektrodenkörpers
- Hochvoltleiter
- Sensing/Pacing-Leiter
- Multilumen vs. Koaxial-(Schichten-)Design
 - 1 vs. 2 Hochvoltleiter
- Verwendete Materialien
 - Polyurethan
 - Silikon
 - Korrosionsbeständige Metallleiter, z. B. MP35 N
- Aufbau der Elektroden Spitze
 - Aktive vs. passive Elektrodenfixierung
 - Echt bipolar vs. integriert bipolar
- Probleme der unterschiedlichen Elektroden designs im Langzeitverlauf

3.4.2 Zusätzliche Pace/Sense-Elektroden

- Atriale Elektrode
- Koronarsinuselektrode
- Epimyokardiale Elektrode

3.4.3 Zusätzliche Elektroden zur Defibrillation

- Finger- (Array-)Elektrode
- SVC-Elektroden bzw. CS-Elektroden
- Notwendigkeit der zusätzlichen Elektroden
- Vor- und Nachteile der verschiedenen, zusätzlichen Elektroden
- Alte Elektrodenmodelle
 - Subkutane Patch-Elektroden
 - Epikardiale Patch-Elektroden

3.4.4 Mögliche Konfigurationen zur internen Defibrillation

- Transvenöse Konfigurationen mit aktivem Gehäuse
 - Unterschiedliche Defibrillierbarkeit bei verschiedenen Positionen des Aggregates
- Transvenöse Konfigurationen ohne aktives Gehäuse
- Transvenös-subkutane Konfigurationen

4 Implantation

4.1 Vorbereitung der Operation

4.1.1 Aufklärung und Einverständniserklärung des Patienten

- Aushändigung eines Patientenhandbuchs
- Aufklärung in den eigentlichen Eingriff
- Aufklärung über „Leben mit dem ICD“, z. B. Schmerzen bei Schocks, mögliche Synkopen und Auswirkungen auf Fahrerlaubnis, Sexualleben, Schwangerschaft, notwendige Kontrollen, mögliche Interferenzen insbesondere mit medizinischen Prozeduren, wie z. B. MNR
- Aufklärung über mit dem ICD nicht vereinbaren Tätigkeiten, z. B. Lichtbogenschweißen, tiefes Tauchen

4.1.2 Vorbereitende Untersuchungen

- Wahl der Implantationslokalisierung
 - Ggf. Ultraschalluntersuchung des intendierten venösen Zugangs
 - Ggf. Armphlebographie
 - Inspektion und Rasur der Haut im Operationsbereich
- Thoraxröntgenaufnahme in 2 Ebenen
- Klinisch-chemische Laborwerte
- Echokardiographie vor Operation

4.1.3 Vorbereitung im Operationssaal

- Testung aller Geräte im Operationssaal auf Funktionsfähigkeit
- Lagerung des Patienten
- Oberflächen-EKG
- Transkutane Messung der O₂-Sättigung
- Direkte arterielle vs. nichtinvasive Blutdruckmessung
- Durchleuchtungseinheit
- Perkutane Stimulationseinheit/externer Defibrillator
- Aufbau des Instrumententisches
- Operationsinstrumente
- Kabel für externen Schrittmacher
- Kabel für intrakardiale Ableitung
- Entfettung und Desinfektion der Haut
- Steriles Abdecken unter Aussparung des Operationsfeldes

- Anästhesie: Intubationsnarkose oder Sedierung mit Kurznaarkose
- Antibiotikatherapie

4.2 Implantation des ICD

4.2.1 Lokalanästhesie

4.2.2 Maßnahmen zur Vermeidung einer über das notwendige Maß hinausgehenden Strahlenbelastung für Patient und Operationspersonal

4.2.3 Hautschnitt und Blutstillung

4.2.4 Zugänge für die Sonde

- V. cephalica
 - Subkutane Präparation des Sulcus deltoideopectoralis
 - Lokalanästhesie des Sulcus
 - Präparation der V. cephalica
 - Eröffnung der V. cephalica und Einführen der Sonde(n)
- V. subclavia
 - Subkutane Präparation
 - Wahl geeigneter Schleusen und Drähte
 - Punktionstechniken
- Selten verwendete venöse Zugänge
 - V. jugularis interna etc.

4.2.5 Platzierung der Sonde(n)

- Platzierung der Kammersonde
 - Verschiedene Techniken der Platzierung
 - Messungen, Messwertgrenzen, Signalableitung, Verletzungspotenzial
- Platzierung der Vorhofsonde
- Verschiedene Techniken der Platzierung
 - Messungen, Messwertgrenzen, Signalableitung, Verletzungspotenzial
- Platzierung einer Koronarsinussonde
 - Wahl der geeigneten Sonde
 - Verschiedene Techniken der Platzierung
 - Messungen, Messwertgrenzen, Signalableitung
- Subkutane Schockelektrode
 - Wahl der geeigneten Implantationslokalisierung
 - Wahl der geeigneten Elektrode
 - Implantation der subkutanen Schockelektrode

- Konnektion der subkutanen Schockelektrode

4.2.6 Fixierung der Sonden

- Platzierung des „sleeves“, Nahttechnik und -material
- Testung der Sondenposition und -fixation

4.2.7 Präparation der Schrittmachertasche

- Subkutan
- Submuskulär
- Abdominal

4.2.8 Aggregatimplantation

- Sondenkonnektion
- Platzierung des Aggregats in der Tasche
- Fixierung des Aggregats

4.2.9 Intraoperative Funktionstestung

- Messung der Schrittmacherparameter und Kenntnis der erforderlichen Werte
 - Wahrnehmung
 - Reizschwellenmessung
 - Messung des Widerstands der Schrittmacherelektroden
 - Test auf Zwerchfellzucken
- Testung der DFT
 - Messung des Widerstands der Schockelektroden
 - Induktionstechniken für VF
 - Abhängigkeit der DFT von Art und Dauer der induzierten ventrikulären Tachyarrhythmie
 - Testprotokolle zur Bestimmung der DFT
 - Minimalanforderung an das Erreichen einer zuverlässigen Defibrillation
 - Ausreichender zeitlicher Abstand zwischen den Episoden von VF
- Variationsmöglichkeiten bei unzureichender DFT
 - z. B. Optimierung der RV-Elektrodenposition
 - z. B. zusätzliche Elektrode (subkutan, SVC)

4.2.10 Wundverschluss

- Muskulär/subkutan
- Kutan
- Verband

4.3 Nachsorge nach Operation

4.3.1 Postoperative Kontrollen

- Thoraxröntgenaufnahme
- Echokontrolle
- ICD-Testung vor Entlassung
 - Testung der Schrittmacherfunktionen
 - Testung der Defibrillation
- Ausstellung eines ICD-Ausweises
- Verhaltensmaßregeln bis zur Wundheilung

4.3.2 Antibiotikatherapie

4.4 Perioperative Komplikationen

Perioperative Letalitätsrate und Häufigkeit der wichtigsten Komplikationen

4.4.1 Rhythmusstörungen

- Bradykarde Rhythmusstörungen insbesondere bei vorbestehendem LSB
- Tachykarde Rhythmusstörungen insbesondere bei leichter VT-Induzierbarkeit

4.4.2 Lokale Komplikationen im Bereich der Aggregattasche

- Taschenhämatom
- Pneumothorax
- Luftembolie
- Hämatothorax)
- Stimulation der Skelettmuskulatur

4.4.3 Komplikationen der Sondenlage

- Perforationen
 - Myokard mit ggf. Perikardtampnade
 - Koronarsinus mit ggf. Perikardtampnade
 - V. cava superior mit ggf. mediastinaler Blutung
- Zwerchfellstimulation
- Fehlplatzierungen
 - Koronarsinus
 - Linksatrial
 - Linksventrikulär
- Frühdislokationen

4.5 Spezielle Implantationsbedingungen

ICD-Implantation bei

4.5.1 Patienten mit kongenitaler Herzerkrankung

4.5.2 Kindern

4.5.3 Schrittmacherträgern

- Interferenzen
- Versorgung der „alten“ Schrittmachersonden

5 Programmierung

5.1 Voraussetzungen und Ziele

5.1.1 Primäres Ziel

- Vermeidung des plötzlichen Herztodes durch VT/VF

5.1.2 Sekundäre Ziele

- Vermeidung von Synkopen
- Ersatz von adäquaten Schocks durch antitachykarde Stimulation
- Vermeidung von nicht therapierten oder nicht erfolgreich therapierten VT/VF
- Vermeidung von inadäquaten Therapien, insbesondere Schockabgaben

5.1.3 Erreichen der primären und der sekundären Ziele erfordert häufig gegenläufige Programmierungen

5.1.4 Kenntnis des Rhythmusprofils und der Hämodynamik des Patienten für eine optimale Programmierung

- Zykluslängen der spontanen und induzierten VT
- Hämodynamische Auswirkungen der VT in Abhängigkeit von der LVEF
- Unter maximaler Belastung erreichte Herzfrequenz
- Art und Zykluslänge der spontanen und induzierten SVT
- Antiarrhythmische Medikation

5.2 Interventionsfrequenz

5.2.1 Einzonen- oder Mehrzonensystem

5.2.2 Programmierung eines Einzonengerätes

- Detektionsdauer bzw. Anzahl der bis zur Tachykardieerkennung benöti-

gten schnellen Intervalle in der „VF-Zone“

- Bestätigung der Tachykardiepersistenz vor Schockabgabe („non-committed shock“)
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil und Hämodynamik ein Einzonengerät sinnvoll macht

5.2.3 Programmierung eines Mehrzonengerätes

- Detektionsdauer bzw. Anzahl der bis zur Tachykardieerkennung benötigten schnellen Intervalle in der „VT-Zone“
- Programmierung mehrerer „VT-Zonen“
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil und Hämodynamik ein Zwei- bzw. Dreizonengerät sinnvoll macht

5.3 Detektionsalgorithmen von 1-Kammer-ICDs

5.3.1 Allgemeines zu Zusatzkriterien der Detektion

- Unterdrückung der Therapie trotz Erreichen des Frequenzkriteriums
- Möglichkeit der zeitlich begrenzten Gültigkeit von Zusatzkriterien
- In Abhängigkeit von Firma und Modell, selbst bei gleicher Bezeichnung, zum Teil erhebliche Unterschiede
- Benennung von Therapiezonen, in denen die Programmierung nicht möglich oder nicht sinnvoll ist

5.3.2 Zusatzkriterium Stabilität („stability“)

- Funktionsweise und Programmierung
- Vor- und Nachteile
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil die Programmierung sinnvoll macht

5.3.3 Zusatzkriterium Frequenzsprung („sudden onset“)

- Funktionsweise und Programmierung
- Vor- und Nachteile
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil die Programmierung sinnvoll macht

5.3.4 QRS-bezogene Zusatzkriterien

- Verschiedene Typen
 - QRS-Breiten-Kriterium (Medtronic)
 - „Morphology“ Kriterium (St. Jude Medical)
 - „Wavelet“ Kriterium (Medtronic)
 - „Rhythm ID“ Algorithmus (Guidant)
- Funktionsweise und Programmierung
- Vor- und Nachteile
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil die Programmierung sinnvoll macht

5.3.5 Kriterium der anhaltend hohen Herzfrequenz (z. B. SRD)

- Funktionsweise und Programmierung des SRD-Algorithmus
- Vor- und Nachteile des SRD-Algorithmus
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil die Programmierung sinnvoll macht

5.4 Detektionsalgorithmen von 2-Kammer-ICDs

5.4.1 Allgemeines zu 2-Kammer-Detektionsalgorithmen

- Verwendung des Vorhofssignals im Vergleich zum Ventrikelsignal
 - Zykluslänge im Vorhof im Vergleich zum Ventrikel
 - AV-Assoziation
 - Relation zwischen Anzahl der Vorhof- und Ventrikelsignale
 - „Onset“ zuerst im Vorhof oder im Ventrikel
- Möglichkeiten der Verwendung des Vorhofssignals im Algorithmus
 - Unterdrückung der Therapie trotz Erreichen des Frequenzkriteriums z. B. 1:1-AV-Assoziation und Akzeleration zuerst im Vorhof
 - Unterdrückung eines 1-Kammer-Zusatzkriteriums z. B. keine Überprüfung der Stabilität bei höherer Kammer- als Vorhoffrequenz
- Möglichkeit der zeitlich begrenzten Gültigkeit von Zusatzkriterien
- In Abhängigkeit von Firma und Modell erhebliche Unterschiede

- Benennung von Therapiezonen, in denen die Programmierung nicht möglich oder nicht sinnvoll ist
- Abhängigkeit der Detektionsalgorithmen in 2-Kammer-ICDs von der atrialen Elektrodenfunktion
 - Farfield-R-Wellen-Oversensing
 - P-Wellen-Undersensing

5.4.2 „Smart“-Algorithmus der Firma Biotronik: Funktionsweise, Vor- und Nachteile

5.4.3 „PARAD“ und „PARAD+“ Algorithmus der Firma Ela bzw. Sorin: Funktionsweise, Vor- und Nachteile

5.4.4 „Rhythm-ID“ bzw. „AV-Algorithm“ der Firma Guidant bzw. Boston Scientific: Funktionsweise, Vor- und Nachteile

5.4.5 „PR-Logic“ der Firma Medtronic: Funktionsweise, Vor- und Nachteile

5.4.6 „AV Detection Enhance Tree“ der Firma St. Jude Medical: Funktionsweise, Vor- und Nachteile

5.4.7 Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil den Einsatz bestimmter 2-Kammer-Algorithmen zur Detektion sinnvoll macht

5.5 Effektivität und Komplikationen der Programmierung von Detektionsalgorithmen

5.5.1 Reduktion von inadäquaten ICD-Interventionen durch die Programmierung von inhibierenden Zusatzkriterien

5.5.2 VT unterhalb der Detektionsgrenze

- Häufigkeit
- Prädiktoren
- Risiken und Konsequenzen

5.6 ICD-Therapien

5.6.1 Defibrillation und Kardioversion

- Defibrillation
- Prinzip
- Benötigte relativ hohe Energie
- Programmierung der ersten und der folgenden Defibrillationsenergien in Relation zur DFT bzw. DFT+ oder in Unkenntnis einer DFT bzw. DFT+
- Gefahr der Erhöhung der DFT durch Änderung der antiarrhythmischen Medikation seit Bestimmung der DFT
- Kardioversion
 - Prinzip
 - Benötigte relativ niedrige Energien
 - Häufigkeit der Akzeleration
 - Programmierung der Kardioversionsenergien

5.6.2 Antitachykarde Überstimulation

- Funktionsmechanismus der antitachykarden Überstimulation (Eingreifen der antitachykarden Stimulation in den Reentrykreis)
- Formen der antitachykarden Überstimulation
 - Burst
 - Ramp
 - Scan
 - Ramp/Scan bzw. Ramp+
- Effektivität der antitachykarden Überstimulation
- Häufigkeit der Akzeleration von monomorphen ventrikulären Tachykardien
- Einsatzmöglichkeit für sehr schnelle oder hämodynamisch instabile VT
- Programmierung von antitachykarden Überstimulations-Therapien

5.7 Programmierung der Schrittmacherfunktion bei ICDs

5.7.1 Nachteile einer häufigen rechtsventrikulären Schrittmacherstimulation

- Hämodynamische Verschlechterung durch rechtsventrikuläre Stimulation
- Vorzeitige Batterieerschöpfung durch
 - häufige Schrittmacherstimulation
 - hohe Reizschwelle

5.7.2 Vermeidung einer häufigen rechtsventrikulären Schrittmacherstimulation

- Programmierung einer maximal niedrigen Interventionsfrequenz
- Verzicht oder zurückhaltender Einsatz einer frequenzadaptiven Schrittmacherfunktion in der Kammer
- Nicht zu kurze Programmierung von AV-Intervallen bei 2-Kammer-ICDs

5.7.3 Programmierung der antibradykarden Stimulation nach Schockabgabe

5.8 Weitere Optionen bei 2-Kammer-ICDs

5.8.1 Präventive Algorithmen zur Vermeidung von atrialen Tachykardien/Vorhofflimmern

- „Atrial rate stabilization“
- „Switch back delay post mode switch“
- „Atrial pacing preference“
- „Non-competitive atrial pacing“
- Kenntnisse der Studienlage zur Effektivität und zu Komplikationen
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil die Programmierung sinnvoll macht

5.8.2 Therapieoptionen zur Terminierung von atrialen Tachyarrhythmien

- Antitachykarde Überstimulation (Ramp/Burst)
- 50 Hz Burst
- Kardioversion
- Kenntnisse der Studienlage zur Effektivität und zu Komplikationen
- Benennung von Patienten, deren Rhythmusprofil die Programmierung sinnvoll macht

5.8.3 Kardiale Resynchronisationstherapie (biventrikuläre Schrittmachertherapie)

- Programmierung von AV-Zeit und intraventrikulärer Verzögerung
- Benennung von Patienten, bei denen aus Gründen der Herzinsuffizienz oder einer häufigen ventrikulären Stimulation die Programmierung sinnvoll ist

6 Nachsorgeuntersuchungen

6.1 Indikationen zur Nachsorge

6.1.1 Notfallmäßige Vorstellung

- Anhaltende Tachykardie
- Unaufhörliche („incessant“) Kammer-tachykardie
- Zeitlich gehäufte („cluster“) Tachy-kardien innerhalb weniger Stunden
- Repetitive Schockinterventionen an 1 Tag
- Synkope unklarer Ursache
- Neu aufgetretene oder Verschlimme-rung einer vorbestehenden Herzin-suffizienz

6.1.2 Dringliche Vorstellung

- Wiederholte Schockinterventionen in kürzerem Zeitraum (Tage)
- Erster Schock
- Verdacht auf Infektion des Defibrilla-torsystems
- Erste Synkope oder gehäufte Synko-pen
- Neu aufgetretener irregulärer Herz-rhythmus
- Zunehmende psychische Belastung
- Änderungen der antiarrhythmischen Medikation

6.1.3 Routinemäßige Nachsorge

- Entlassungsuntersuchung
- Erste Kontrolle nach 1–3 Monaten
- Weitere Kontrollen alle 3–6 Monate in Abhängigkeit des klinischen Zustan-des des Patienten sowie des implan-tierten ICD-Modelles
- Ggf. kürzere Intervalle bei z. B.
 - drohender Batterieerschöpfung
 - häufigen Arrhythmieepisodes
 - Verdacht auf Fehlfunktionen

6.2 Ablauf der Nachsorgeuntersuchungen

6.2.1 Organisation einer Defibrillatorambulanz

- Personelle Erfordernisse
 - Intensiv geschulte Ärzte
 - Regelmäßige Wiederholungen von Schulungen
 - Langjährige klinische Erfahrung im Umgang mit ICD-Patienten
 - Eingehende Kenntnisse in der Indikationsstellung, Implantati-

- onstechnik und alternativer antiar-rhythmischer Therapieverfahren
- Apparative Ausrüstung
 - Breites Arsenal von Programmier-geräten
 - Handbücher oder elektronische Dokumentation der einzelnen Pro-grammiergeräte, jeweiligen Soft-ware und ICD-Modelle
 - EKG-Schreiber
 - Notfallausrüstung einschließlich externem Defibrillator und i.v.-An-tiarrhythmika
- Dokumentation der Untersuchungen
- 24-stündige Notfallbereitschaft

6.2.2 Strukturierte Nachsorge

- Zwischenanamnese, Medikamenten-einnahme
- Psychische Befindlichkeit
- Fahrtüchtigkeit
- Kardiopulmonale Untersuchung
- Inspektion der Defibrillatortasche
- EKG
- Technische Funktionskontrolle
- Telemetrische Abfrage
- Auslesen der gespeicherten und pro-grammierten Daten
- Ausdruck aller Daten am Ende der ICD-Abfrage

6.2.3 Kontrollen

Mindestanforderungen an eine reguläre Kontrolle

- Überprüfung von Spontanrhythmus
- Telemetrische Messungen
 - Batteriestatus, Ladezeit, Elektro-denimpedanz
 - Markerkanal, intrakardiales Elek-trogramm
- Abfrage der programmierten und ge-speicherten Daten
 - Ereigniszähler (Counter, Therapie-zähler, Statistiken)
 - Herzfrequenzprofil, Frequenzhisto-gramm, RR-Intervalle
 - Gespeicherte Elektrogramme
 - Anzahl spontaner anhaltender und nicht anhaltender Tachykardien
 - Bradykarde Funktionsparameter (effektive Stimulation und Wahr-nehmung)
 - Tachykardiedetektion (adäquate Er-kennerung der Tachykardie)

- Effektive Terminierung (antitachy-karde Stimulation, Schockthera-pien)

6.2.4 Zusätzliche Messungen bei erweiterter Kontrolle

- Reiz- und Sensingschwelle
- T-Wellen-Sensing, Cross-Talk
- Undersensing, Oversensing-Test
 - Arm-/Schulterbewegungen
 - Bauchpresse
 - Inspiration
- Überprüfung von zusätzlichen pro-grammierten Detektionskriterien
 - Mehrzonenkonfiguration („tiered therapy“)
 - Frequenzsprung und -stabilität, Frequenzdauer
 - Morphologie- oder Templatekrite-rien
 - Akzelerationskriterien
- Verifizierung der programmierten Therapieparameter
 - „Noncommitted“ Therapie („bestätig-ter Schock“)
 - Time-out nach antitachykarder Therapie
- Nichtinvasive Induktion von Tachy-kardien zur Verifizierung der adä-quaten Diskriminierung, Detektion und Termination von Tachykardie
- Bestimmung der Defibrillations-schwelle (Effizienz des ICDs)

6.2.5 Zusätzliche Diagnostik

Wissen, welchen Beitrag die folgenden Untersuchungen bei ICD-Problemen lie-fern.

- Laboruntersuchungen z. B. CRP, Leukozyten, BNP, Kalium
- Belastungs-EKG
- Langzeit-EKG
- Event-Rekorder
- Echokardiographie
- Thoraxröntgenaufnahme bzw. Durchleuchtung

6.3 Interpretation und Analyse von EGMs

6.3.1 Informationen über Episoden

- Ereigniszähler
- RR-Intervallzähler vor und nach De-tekterion bzw. Therapie
- Ereignismarker
- Elektrogramme (EGM) von

- atrialen Sensing-Elektroden
- ventrikulären Sensing-Elektroden („near field“)
- Schockelektroden („far field“)
- Trendanalysen vor und nach Detektion und Therapie
- Vorteile von „Far-field-Elektrogrammen“
 - Exaktere Einteilung der zugrunde liegenden Arrhythmie
 - Dauer des QRS-Komplexes
 - Information über atriale Aktivität

6.3.2 Analyse der Elektrogramme

- Qualität des ventrikulären Sensing-EGM
 - Größe im Vergleich zu anderen Signalen (T-Welle, Muskelpotenziale etc.)
 - Schwankungen der Größe
 - Signalausfälle
 - Vergleich mit Echtzeit-EGM
- Qualität des atrialen Sensing-EGM
 - Größe im Vergleich zu anderen Signalen (QRS-Komplex, T-Welle, Muskelpotenziale etc.)
 - Schwankungen der Größe
 - Signalausfälle
 - Vergleich mit Echtzeit-EGM
- Zuordnung von „Far-field-“, „Near-field-EGM“ und Ereignismarkern
 - Entsprechen den Ereignismarkern eindeutige Erregungspotenziale des Sensing-EGM?
 - Entsprechen den Erregungspotenzialen des Sensing-EGM eindeutige Kammerkomplexe des Schockelektroden-EGM?

6.3.3 Analyse des durch den ICD registrierten Ereignisses

- Kriterien zur Klassifikation von Arrhythmien
 - Änderung des EGMs im Vergleich zum Echtzeit-EGM bzw. EGM vor und nach Tachykardie
 - Frequenz der Tachykardie
 - Stabilität der Tachykardie
- Diskriminierung zwischen adäquater und inadäquater Therapie
- Auslösemechanismus der Arrhythmie
- Erkennung der Arrhythmie, die zur Therapieabgabe führte
- Adäquate Detektion und Therapieabgabe

- Effizienz der Therapie bzw. Akzeleration der Arrhythmie
- Ursache von vorzeitigen beendeten Defibrillatorentladungen („aborted“ oder „diverted“ Schocks)
- Trouble-Shooting (Elektrodenprobleme etc.)
- Induktion von Post-Schock-Arrhythmien
- Amplituden der Post-Schock-Signale
- Abnormes Sensing-Verhalten
- Elektromagnetische Interferenzen
- Variabilität während „automatic gain control“
- Signalstärke bei Sinusrhythmus und Kammerflimmern
- Signalgröße ohne und mit Filterung

6.4 Anpassung der Programmierung

6.4.1 Klinisch adäquate Therapien

- Rezidivierende, hämodynamisch tolerierte Kammertachykardien
- Häufung (Cluster) von Tachykardien
- Unaufhörliche („incessant“) Kammertachykardien

6.4.2 Klinisch inadäquate Therapien

- Supraventrikuläre Tachykardien
- Vorhofflimmern
- Sinustachykardien
- Nicht anhaltende Kammertachykardien („committed“ ICD-Geräte)
- Oversensing von internen Signalen
 - T-Wellen- oder P-Wellen-Oversensing
 - Elektroden- oder Adapterbruch
 - Elektroden- oder Adapterinsulationsdefekt
 - Lockere Schrauben am Gehäuse
 - Sensing von Schrittmacherstimuli
 - Automatische „Gain-Kontroll-Oversensing“
- Oversensing von externen Signalen
 - Elektrokauter
 - Elektromagnetische Interferenzen (z. B. Handy, Mikrowelle)

6.4.3 Fehlerkennung von spontanen ventrikulären Tachyarrhythmien

- Undersensing von Tachykardien oder Kammerflimmern
- Langsame VTs unterhalb der Detektionsfrequenz

- Nicht anhaltende Kammertachykardien
- Mehrzonenkonfiguration
- Zusätzliche Detektionskriterien
- Konfirmation und Synchronisation
- Redetektion und Post-Schock-Monitoring

6.4.4 Ineffektivität der abgegebenen Therapie

- Auswahl der Burst/Ramp-Sequenzen
- Akzeleration der Tachykardie
- Programmiertes Time-out
- Intensität des programmierten Schocks
- Veränderte Defibrillationsschwelle (z. B. Antiarrhythmika)
- Elektrodendislokation

6.4.5 Synkopen

- Risiken
- Risikofaktoren
- Interventionsmöglichkeiten

7 Intervention bei häufigen ICD-Therapien

7.1 Differenzierung zwischen adäquaten und inadäquaten Therapien

7.1.1 Nach Symptomatik und Situation

7.1.2 Nach Elektrogrammen: Morphologie, Stabilität, plötzlicher Beginn, Verhältnis von Vorhof- zu Ventrikelsignalen

7.1.3 Nach Therapieeffekt: Terminierung, ATP-Return-Cycle

7.1.4 Diagnosefehlermöglichkeit/-wahrscheinlichkeit

7.2 Intervention bei häufigen inadäquaten Therapien

7.2.1 Spezifizierung des zugrunde liegenden Problems

- SVT
 - Sinustachykardie, Risikofaktoren für inadäquate Therapie
 - Vorhofflimmern/-flattern, Risikofaktoren für inadäquate Therapie

- Seltene SVT (AVNRT etc.)
- Oversensing

7.2.2 Bedeutung der Detektionsgrenze

7.2.3 Anpassung/Pflege der Zusatzkriterien

- Morphologie
- Stabilität
- Onset
- Modifikation von Zweikammeralgorithmen
- Verlängerung des Kriteriums der anhaltend hohen Herzfrequenz

7.2.4 Indikation zur Elektrodenrevision

- Ggf. zuvor Verringerung der Empfindlichkeit (neuer VF-Test)

7.2.5 Indikation zur Aufrüstung des ICDs auf ein 2-Kammer-Gerät

7.2.6 Medikation

- Verlangsamung der AV-Knotenleitung
- Unterdrückung von SVT
- Vergleich von konventionellem β -Blocker, Sotalol und β -Blocker + Amiodaron (OPTIC-Studie)

7.2.7 Ablation

- der zugrunde liegenden Tachykardie
- des AV-Knotens: Schrittmacherpflichtigkeit mit evtl. erforderlicher Aufrüstung auf 2- oder 3-Kammer-ICD

7.3 Intervention bei häufigen adäquaten Therapien

7.3.1 „Incessant“ VT vs. Cluster

7.3.2 Unterschiedliche Bedeutung häufiger VT bei verschiedenen Grunderkrankungen: monomorphe VT bei KHK oder Kardiomyopathie, polymorphe VTs bei LQTS

7.3.3 Arrhythmie begünstigende Faktoren: Hypokaliämie, Fieber, Ischämie

7.3.4 Proarrhythmie durch Klasse-I- und -III-Antiarrhythmika

7.3.5 Therapie

- Anxiolytika/Sedierung
- Antiarrhythmika bei häufigen VT
 - Wirkung auf die VT: Unterdrückung und Verlangsamung
 - Wirkung auf die Defibrillierbarkeit und Zykluslänge der VT
 - Vergleich von konventionellem β -Blocker, Sotalol und β -Blocker + Amiodaron (OPTIC-Studie)
- Ablationsbehandlung bei häufigen VT
 - Erfolgsaussichten bei verschiedenen Grunderkrankungen
 - Apparative Voraussetzungen: konventionelle Ablation vs. elektroanatomisches Mapping
 - Ablationsstrategien: Ablation der klinischen VT vs. Substratmodifikation

7.4 Psychosoziale Auswirkungen

7.4.1 Psychische Beeinträchtigungen

- Abhängigkeit von der Häufigkeit von Schocks
- Adjuvante anxiolytische Therapie
- Adjuvante psychosoziale Betreuung
- Selbsthilfegruppen

7.4.2 Einschränkung der Fahrerlaubnis

- Beeinträchtigung der Fahrtüchtigkeit
 - durch Schocks
 - durch Synkopen
- Gesetzliche Grundlagen
- Aufklärungspflicht
- Kenntnis der europäischen Leitlinie

8 Fehlfunktionen, Aggregataustausch, Revisionseingriff

8.1 Fehlfunktionen

8.1.1 Definition

8.1.2 Elektrodendysfunktion

- Elektrodendislokation
 - Elektrodenperforation
- Elektrodenfehlage
- Beschädigung der Elektrode

- Elektrodenbruch
- Elektrodenisoliationsdefekt
- Konnektorprobleme
 - Fehlerhafte Konnektion am Aggregat
 - Konnektorisoliationsdefekt
 - Inkompatibilität zwischen Konnektor und Elektrode
- Anstieg der Stimulationsreizschwelle
- Anstieg der DFT
- Sensing-Probleme
 - Oversensing
 - Undersensing
 - Cross-Talk
- Zwerchfellstimulation und Muskelzucken
- Parameter zur Erkennung von Elektrodendysfunktionen
 - Impedanz
 - EGM
 - Provokationstests
 - Bildgebung

8.1.3 Interferenzen mit externen Quellen

- Technische Grundlagen
- Mögliche externe Störquellen: z. B. Mobiltelefone, Diebstahlsicherungsanlagen, Elektroschweißgeräte, Elektrokauter
- Mögliche Formen der Interferenz
 - Gerätetechnische Konsequenzen
 - Klinische Konsequenzen
- Sicherheitsvorkehrungen
 - Geräteseitige Sicherheitsschaltungen
 - Feldstärkemessungen
 - Verhaltensregeln
 - Postexpositionelle Kontrollen

8.1.4 Dysfunktion des Aggregates

- Physikalische Beschädigung
- Vorzeitige Batterieerschöpfung
 - ERI/EOL
- Verlängerte Ladezeiten des Kondensators
- Fehlfunktion des Pulsgenerators
 - Störungen der Hardware
 - Störungen der Software
- Aggregatbedingte lokale Störungen
 - Aggregatdislokation
 - Aggregatperforation

8.2 Infektion des ICD-Systems

Kenntnisse der Leitlinien der DGK zur Diagnostik und Therapie der infektiösen Endokarditis und der AHA zu „nonvalvular cardiovascular device-related infections“

8.2.1 Klinik

- Zeichen der Infektion der Aggregatgatsche und der Elektrode(n)

8.2.2 Diagnostik

- Abstrich der Tasche, Blutkulturen, TEE

8.2.3 Therapie

- Indikation zur Explantation
- Adjuvante Antibiotikatherapie
- Reimplantation, ggf. des resterilisierten ICD

8.3 Aggregataustausch

8.3.1 Indikationen

- Austauschkriterien
- Indikation bei nie erfolgter ICD-Therapie durch das auszutauschende Aggregat
- Indikations-Interventions-Intervall

8.3.2 Mögliche Erfordernis von Adaptern

- Kenntnis der Stecker der implantierten Elektroden

8.3.3 Mögliche Systemaufrüstung

- Aufrüstung zum 2-Kammer-System
- Aufrüstung zum biventrikulären System

8.3.4 Mögliche Elektrodenrevision

- Präoperative Elektrodentests
- Kenntnisse über die Langzeitstabilität des implantierten Elektrodenmodells
- Kenntnisse über die möglichen Zugänge

8.3.5 Durchführung des Aggregatwechsels

- Narkoseformen
- Antikoagulation
- Antibiotikaphylaxe
- Sorgfältige Inspektion der Elektroden und der Tasche
- Geräteauswahl

- Präparation/Modifikation der Aggregatgatsche
 - Taschenverlagerung bei Infektion
 - Fixation bei Aggregatdislokation
- Intraoperative Testung
 - Implantationsbedingungen
 - Elektrodenwahl
 - Wahl des Implantationsortes
 - Optionen bei hoher DFT

8.3.6 Frühpostoperative Nachsorge

- Antikoagulation
- Antibiotikaphylaxe
- Notwendige Diagnostik
- Entlassungstest
 - Indikationsstellung
 - Durchführung

8.3.7 Komplikationen

- Klinik
- Diagnostik
- Therapie

8.4 Revisionseingriff

8.4.1 Indikationen

- Dysfunktion der Sonde
- Dysfunktion des Aggregats
- Konnektorprobleme
- Erhöhte DFT
- Lokale Störungen
 - Aggregatdislokation
 - Aggregatperforation
 - Hypermobiles Aggregat
 - Elektrodenperforation
- Infektion
 - Infektion der Aggregatgatsche
 - Infektion der Sonde(n)

8.4.2 Präoperative Diagnostik

- Beurteilung des Lokalbefundes
- Labordiagnostik
- Bildgebung
- ICD-Funktionsdiagnostik, insbesondere:
 - Analyse der gespeicherten Episoden-EGMs und Automessungen
 - Impedanzen der Pace/Sense- und Hochvoltleiter
 - EGM-Analyse bei Provokationsmanövern (Inspiration, Valsalva, Arm/Schulter-Bewegungen)
 - Erwägung der Änderung der Empfindlichkeit der Detektion bei Over- oder Undersensing

8.4.3 Begleittherapie

- Antikoagulation
- Antibiotische Therapie

8.4.4 Intraoperative Überprüfung

- Inspektion aller sichtbaren Systemanteile
 - Aggregat
 - Sonden
 - Verbindung Aggregat-Sonden
 - Bezüglich Frakturen, Isolationsbeschädigungen, Flüssigkeitseintritt, Gehäusedeformierungen, Zeichen der Infektion
- Erneute Funktionsteste zur eindeutigen Identifizierung des Funktionsfehlers
 - inklusive überschwellige Stimulation unter Sicht
 - inklusive Impedanzbestimmungen unter Zug

8.4.5 Vorgehen bei Sondenrevision

- Sondenexplantation, falls möglich, v. a. bei Sondenalter <1 Jahr, leichter bei Schraubsonden
- Sondenextraktion, falls erforderlich
- Sondenauswahl
 - Situationen benennen, bei denen getrennte Pace/Sense- und RV-Defibrillationssonden sinnvoll bzw. notwendig sind
 - Zusatzsonden benennen, die die Standard-ICD-Systeme am ehesten in der DFT verbessern
- Sondenplatzierung
 - Technische Hilfsmittel zur Überwindung von intravenösen Engstellen

8.4.6 Sondenextraktion

- Leitlinien von HRS bzw. Kommentar der DGK
- Technisches Vorgehen
 - Primär transvenös, verschiedene Hilfsmittel
 - Transthorakal, bei Versagen des transvenösen Vorgehens oder primär bei Sondenvegetationen ≥ 10 mm, ggf. mit extrakorporaler Zirkulation
- Mögliche Komplikationen
 - Resultierende infrastrukturelle Voraussetzungen, z. B. Bereitschaft zur Notfallthorakotomie
- Absolute Indikation

- Infektion der Sonde
- Thromboembolien von der Sonde
- Lebensbedrohliche Arrhythmien durch die Sonde
- Zu erwartende Interferenzen mit neuer Sonde
- Verlegung aller nutzbaren Venen für die Neuimplantation
- Relative Indikation
 - Lokale Tascheninfektion ohne Beteiligung intravasaler Anteile der Sonde
 - Chronische Infektion, deren Quelle nur durch Ausschluss des ICD-Systems ist
 - Sonden, deren Stabilität im Langzeitverlauf den Patienten gefährdet
 - Sonden, die den Zugang für eine neue Sonde stark behindern
 - Funktionslose Sonden beim jungen Patienten
 - Schmerzen, die die Lebensqualität erheblich beeinträchtigen

8.4.7 Vorgehen bei Aggregatrevision

- Aggregatverlagerung
- Aggregatfixation
- Modifikation der Aggregatgassche
- Überprüfung des Konnektors
- Re-Implantation bei Infektion
- Aggregatoptionen bei hoher DFT

8.4.8 Intraoperative Testung

- Insbesondere sorgfältige Überprüfung der Fehlfunktion, die Revisionsgrund war

8.4.9 Nachbehandlung

- Perioperative Antibiotikaphylaxe
- Antibiotikatherapie bei Systeminfektion
 - Keimspektrum und Substanzwahl
 - Therapiedauer, Erfolgskriterien
 - Kontrolluntersuchungen, Kontrollintervalle
- Lokalbehandlung, Verhaltensregeln
- Postoperative ICD-Funktionstests

9 Erfolgskontrolle

- Pro Unterrichtseinheit sind 3 Multiplechoicefragen zu stellen.
- Die Prüfungsfragen sind durch den Nucleus der AG Herzschrittmacher

und Arrhythmie der DGK zu genehmigen.

- Die Prüfungsfragen dürfen nur einmalig Verwendung finden.
- Die Prüfung gilt als erfolgreich bestanden, wenn zwei Drittel der Fragen richtig beantwortet wurden.
- Die Bestätigung der erfolgreichen Teilnahme obliegt der Weiter- und Fortbildungsakademie „Kardiologie

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehungen hin: Direktor der Fellowship Herzrhythmus, gesponsert durch Boston Scientific. Mitglied der Adverse Event Committee von IRIS, gesponsert durch Medtronic. Mitglied der Steering Committees der Intime-Studie, gesponsert durch Biotronik. Mitglied der Steering Committees der Pre-SCD2-Studie, gesponsert durch Boston Scientific.

Termine

Möchten Sie eine Veranstaltung ankündigen? Bitte tragen Sie Ihre Termine auf der Kongress-Seite von www.DerKardiologe.de ein. Wir freuen uns auf Ihre Veranstaltungshinweise!

2008

MEDUPDATE

Wiesbaden 15.–16.02.2008

Cardio Update 2008

Unter der Schirmherrschaft der DGIM

Wiss. Leitung:

Prof. Dr. H. Drexler

Prof. Dr. H.-P. Schultheiß


www.cardio-update.com

Auskunft für alle Update-Seminare:

med update GmbH

Tel.: 0611 - 73 65 80

Fax: 0611 - 73 65 10

info@med-update.com**Medienkooperation**
 Springer

März 2008

Innsbruck 07.-08.03.2008

KARDIOLOGIE 2008

Auskunft: Ärztezentrale Med.Info, Helfferstorferstrasse 4, 1014 Wien, Österreich,

Fon: (+43/1) 531 16 - 32,

Fax: (+43/1) 531 16 - 61,

azmedinfo@media.co.at,www.kongressinfo.net/kardiologie

Mannheim 27.-29.03.2008

74. Jahrestagung der DGK

Auskunft: Kongress-Abteilung der DGK,

Achenbachstr. 43, 40237 Düsseldorf,

Fon: + 49 211 600 692 0,

Fax: + 49 211 600 692 33,

kongress@dgk.org, ft2008.dgk.org

Wiesbaden 29.03.-02.04.2008

114. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin

Themen: Bildgebung, Prävention und Therapie,

Seltene Erkrankungen, Von Leitlinien zur

Therapie des individuellen Patienten

Auskunft: Frau Manon Waas,

Fon: +49(0)621-4106-102,

Fax: +49(0)621-4106-80102,

manon.waas@mcon-mannheim.de,www.dgim2008.de

Lech-Zürs 29.03.-05.04.2008

Cardiac Surgery Update and Progress - CSUP

Themen: Aortic Valve Disease

Auskunft: Frau Kay Daniela Schulz, E&E PCO,

Nobilegasse 23-25 A, 1150 Vienna, Österreich,

Fon: +43 1 867 49 44-0,

Fax: +43 1 867 49 44-9,

office@ee-pco.com,www.csup-lech-zuers.org


Springer Medizin Podcast




- Kongressnews
- Spannendes aus der Welt der Medizin
- Interviews

Einfach zuhören!

Jetzt kostenlos downloaden unter
www.springer.de/podcast

➤ Weitere Termine finden Sie im Internet unter www.DerKardiologe.de