



# **BÄK-Curriculum**

## **ICD-Therapie**

**(Implantierbare Cardioverter-Defibrillatoren)**

**1. Auflage**  
**Berlin, 23.09.2022**

© 2022 Bundesärztekammer, Arbeitsgemeinschaft der deutschen Ärztekammern.  
Alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende BÄK-Curriculum wurde vom Vorstand der Bundesärztekammer (Wahlperiode 2019/2023) am 09.12.2021 beschlossen, zuletzt geändert am 23.09.2022 (s. Kapitel Dokumenteninformation).

Die in diesem BÄK-Curriculum verwendeten Personen- und Berufsbezeichnungen beziehen sich auf alle Geschlechter.

Das vorliegende BÄK-Curriculum ist in Zusammenarbeit mit folgenden Personen/Organisationen erarbeitet worden:

- L. Eckardt, Klinik für Kardiologie II – Rhythmologie, Universitätsklinikum Münster
- P. Sommer, Klinik für Elektrophysiologie und Rhythmologie, Herz- und Diabeteszentrum NRW, Bad Oeynhausen
- H. Bogossian, Klinik für Kardiologie und Rhythmologie, Ev. Krankenhaus Hagen
- C. Butter, Herzzentrum Brandenburg in Bernau – Kardiologie & Medizinische Hochschule Brandenburg Theodor Fontane
- C. Hansen, Herz- und Gefäßzentrum am Krankenhaus Neu- Bethlehem, Göttingen
- D. Steven, Herzzentrum der Uniklinik Köln, Abteilung für Elektrophysiologie
- R. Tilz, Medizinische Klinik II / Kardiologie, Sektion Elektrophysiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Lübeck
- C. Veltmann, Rhythmologie und Elektrophysiologie, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Medizinische Hochschule Hannover
- D. Böcker, Klinik für Kardiologie, St Marien-Hospital Hamm

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen und Zielsetzungen .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Konzeption und Durchführung .....</b>	<b>4</b>
2.1	Struktur .....	4
2.2	Laufzeit der Fortbildung .....	4
2.3	Empfehlungen zur ärztlichen Fortbildung der Bundesärztekammer .....	4
2.4	Empfehlungen zu didaktischen Methoden .....	4
2.5	Rahmenbedingungen für Lernszenarien .....	4
2.6	Qualifikation des Wissenschaftlichen Leiters .....	4
2.7	Qualifikation beteiligten Referenten .....	5
2.8	Durchführung der Fortbildungsmaßnahme als BÄK-Curriculum .....	5
2.9	Anwesenheit .....	5
2.10	Materialien und Literaturhinweise .....	5
2.11	Lernerfolgskontrolle .....	5
2.12	Evaluation .....	5
2.13	Fortbildungspunkte .....	5
2.14	Ausstellung der Teilnahmebescheinigung .....	5
<b>3</b>	<b>Aufbau und Umfang .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Inhalte und Struktur .....</b>	<b>7</b>
4.1	Modul I – Grundlagen (2 UE) .....	7
4.2	Modul II – Indikationen zur ICD-Therapie (2 UE) .....	10
4.3	Modul III – ICD- und Sondenmodelle (1 UE) .....	12
4.4	Modul IV – Implantation (2 UE) .....	14
4.5	Modul V – Programmierung (2 UE) .....	17
4.6	Modul VI – Nachsorgeuntersuchungen (2 UE) .....	19
4.7	Modul VII – Analyse und mögliche Interventionen von ICD-Therapien (1 UE) .....	22
4.8	Modul VIII – Fehlfunktionen, Aggregataustausch, Revisionseingriff (2 UE) .....	23
4.9	Modul IX – Lernerfolgskontrolle (1 UE) .....	26
<b>5</b>	<b>Dokumenteninformation .....</b>	<b>27</b>

## **1 Vorbemerkungen und Zielsetzung**

Der Einsatz von Medizinprodukten einschließlich aktiver Implantate ist in Deutschland vom Gesetzgeber im Medizinproduktegesetz sowie den zugehörigen Verordnungen geregelt. Über die Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) gelten auch Betreiber- und Anwendervorschriften für Medizinprodukte.

Nach MPBetreibV dürfen Medizinprodukte nur von Personen betrieben oder angewendet werden, welche die dafür erforderliche Ausbildung oder Kenntnis und Erfahrung besitzen. Dies bedeutet, dass Ärzte, die eine Therapie mit Implantierbaren Cardioverter-Defibrillatoren (ICD) durchführen, fundierte Kenntnisse erwerben müssen.

Das vorliegende BÄK-Curriculum „ICD-Therapie“ dient nach Ansicht der beteiligten Fachgremien dem Erwerb der erforderlichen Sachkunde und vermittelt theoretische 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. Bezüglich der antibradykarden Schrittmacherfunktionen und der Resynchronisationstherapie wird auf die jeweiligen Sachkunden verwiesen.

Das vorliegende BÄK-Curriculum behandelt neue Techniken wie den subkutanen ICD und Veränderungen der Sonden-Anschlüsse. Die veränderten europäischen Leitlinien und neue Studien zur Indikation sowie neue Studien über intraoperative Testungen sowie Programmierungsempfehlungen zur Vermeidung von Schockabgaben werden berücksichtigt. In der Nachsorge wird insbesondere auf telemedizinische Abfragen und rechtliche Grundlagen sowie die aktuelle Studienlage hingewiesen.

## **2 Konzeption und Durchführung**

### **2.1 Struktur**

Der Kurs gliedert sich in neun Module und umfasst insgesamt 15 Unterrichtseinheiten (UE). In den Modulen I bis VIII werden umfassende theoretische Lerninhalte vermittelt. Modul IX bildet die Lernerfolgskontrolle ab.

### **2.2 Laufzeit der Fortbildung**

Die Durchführung der Fortbildung muss in einem angemessenen Zeitraum erfolgen. Unzulässig ist es, die geforderten Unterrichtseinheiten in extrem kurzer Zeit abzuhandeln, da sich dies ungünstig auf den Lernprozess auswirkt.

Das Curriculum sollte innerhalb eines angemessenen Zeitraums abgeschlossen werden, damit der Kompetenzerwerb dem aktuellen Stand der Wissenschaft entspricht.

### **2.3 Empfehlungen zur ärztlichen Fortbildung der Bundesärztekammer**

Bei der Organisation und Durchführung der Fortbildungsmaßnahme sind die „Empfehlungen zur ärztlichen Fortbildung der Bundesärztekammer“ zu beachten.

### **2.4 Empfehlungen zu didaktischen Methoden**

Die didaktischen Methoden müssen an die Lerninhalte und Kompetenzziele (theoretisches Wissen, praktische Fertigkeiten, persönliche Haltung) angepasst sein.

Neben der klassischen Art des Vortrags in Form des Frontalunterrichts empfiehlt sich der Einsatz verschiedener Unterrichtsformen, z. B. Arbeitsgruppen, Rollenspiele, Fallbetrachtungen, Problemorientiertes Lernen, Simulationen, gezieltes Literaturstudium.

Die Fortbildung kann als Blended Learning in Form einer inhaltlich und didaktisch miteinander verzahnten Kombination aus physischen und/oder virtuellen Präsenzveranstaltungen und tutoriell unterstütztem eLearning (online-gestütztes, inhaltlich definiertes, angeleitetes Selbststudium) durchgeführt werden.

Der eLearning-Anteil sollte 30 % nicht überschreiten.

Darüber hinaus können weitere didaktische Methoden/Formate, z. B. Projekt- oder Hausarbeiten, Hospitationen, Begehungen, Supervisionen angewandt werden, um den Lernprozess zu gestalten.

### **2.5 Rahmenbedingungen für Lernszenarien**

Die Teilnehmerzahl ist den zu vermittelnden Kompetenzzielen und den didaktischen Methoden anzupassen. Dementsprechend sind angemessene Ressourcen vorzuhalten, insbesondere Räumlichkeiten und technische Infrastruktur.

### **2.6 Qualifikation des Wissenschaftlichen Leiters**

Der verantwortliche Wissenschaftliche Leiter soll Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie mit Erfahrung auf dem Gebiet der Rhythmologie sein und über Erfahrungen in der Dozententätigkeit und der Anwendung didaktischer Methoden verfügen.

## **2.7 Qualifikation beteiligten Referenten**

Die beteiligten Referenten müssen eingehende Kenntnisse und Erfahrungen in den von ihnen vertretenen Themenbereichen und in der Anwendung didaktischer Methoden haben.

## **2.8 Durchführung der Fortbildungsmaßnahme als BÄK-Curriculum**

Die Durchführung der Fortbildungsmaßnahme als BÄK-Curriculum darf nur erfolgen, sofern die zuständige Ärztekammer diese Maßnahme im Vorfeld geprüft und bestätigt hat, dass sie den definierten Inhalten und Anforderungen dieses Curriculums entspricht (Äquivalenzbestätigung).

Die von der zuständigen Ärztekammer geprüfte Fortbildungsmaßnahme wird von allen anderen Ärztekammern wechselseitig als Fortbildung gemäß BÄK-Curriculum anerkannt, sodass die Teilnehmer entsprechende Angebote bundesweit wahrnehmen können.

## **2.9 Anwesenheit**

Die persönliche Anwesenheit der Teilnehmer an den Präsenzveranstaltungen (physisch und/oder virtuell) ist unerlässlich und wird mittels Anwesenheitslisten und Stichproben überprüft. Die Teilnahme am eLearning bzw. sonstigen didaktischen Elementen/Formaten ist durch den Anbieter in geeigneter Form belegbar nachzuhalten.

## **2.10 Materialien und Literaturhinweise**

Den Teilnehmern werden die Inhalte der Fortbildungsmaßnahme in Form von Handouts bzw. Skripten der Referenten in Papier- oder elektronischer Form zur Verfügung gestellt. Begleitend zur Fortbildungsmaßnahme erhalten die Teilnehmer zusätzliche Lernmaterialien und Literaturhinweise.

## **2.11 Lernerfolgskontrolle**

Die Lernerfolgskontrolle erfolgt nach Absolvieren der Module I bis VIII im Modul IX und wird schriftlich als Multiple-Choice-Fragentest (mindestens 30 Fragen) durchgeführt.

## **2.12 Evaluation**

Die Fortbildungsmaßnahme ist grundsätzlich von den Teilnehmern zu evaluieren. Der Fortbildungsanbieter hat der Ärztekammer auf Verlangen das Evaluationsergebnis mitzuteilen.

## **2.13 Fortbildungspunkte**

Die Fortbildungsmaßnahme kann durch die für den Veranstaltungsort zuständige Ärztekammer für den Erwerb von Fortbildungspunkten zertifiziert werden.

## **2.14 Ausstellung der Teilnahmebescheinigung**

Der Veranstalter stellt dem Teilnehmer eine Bescheinigung über das erfolgreich absolvierte BÄK-Curriculum bzw. über die Teilnahme an einzelnen Modulen aus. Sofern die landesrechtlichen Vorgaben dies gestatten, sind die BÄK-Curricula ankündigungsfähig und die Ärztekammer kann ein Kammerzertifikat über die erworbene Qualifikation ausstellen.

### 3 Aufbau und Umfang

BÄK-Curriculum „ICD-Therapie“		15 UE
Modul I	<b>Grundlagen</b> Plötzlicher Herztod, Pathophysiologie und Therapieprinzipien ventrikulärer Tachyarrhythmien, Historische Entwicklung der ICD-Therapie, Standardmodell eines transvenösen (tv)-ICD, Funktionsprinzip eines tv-ICD, Funktionsprinzip eines subkutanen ICD, Effektivität und Komplikationen der ICD-Therapie, Alternative Therapien zur ICD Versorgung	2 UE
Modul II	<b>Indikationen zur ICD-Therapie</b> Identifikation von Risikopatienten anhand der Leitlinien, Indikationsstellung zur ICD-Implantation, Beachtung möglicher Einschränkungen zur ICD-Implantation, Diagnose und Evaluation der Arrhythmien, Wertigkeit von Parametern der Risikostratifikation, ICD-Indikationen in der Sekundär- und Primärprävention entsprechend den Leitlinien	2 UE
Modul III	<b>ICD- und Sondenmodelle</b> 1-Kammer-ICD, 2-Kammer-ICD, 3-Kammer-ICD, Subkutaner ICD (S-ICD), ICD-Sonden	1 UE
Modul IV	<b>Implantationen</b> Vorbereitung der Operation, Implantation des ICD mit transvenösen Elektroden, Besonderheiten bei der Implantation von S-ICD, Spezielle Implantationsbedingungen	2 UE
Modul V	<b>Programmierung</b> Voraussetzungen und Ziele, Interventionsfrequenz, Bedeutung von Frequenz und Zeit zur Vermeidung nicht benötigter Therapiegaben, Bedeutung von Zusatzkriterien der Detektion, Detektionsalgorithmen von 2-Kammer-ICD, Darstellung von Vorschlägen für eine standardisierte Programmierung von ICDs, Ventrikuläre Tachykardien (VT) unterhalb der Detektionsgrenze, ICD-Therapien, Programmierung der Schrittmacherfunktion bei ICD	2 UE
Modul VI	<b>Nachsorgeuntersuchungen</b> Indikationen zur Nachsorge, Ablauf der Nachsorgeuntersuchungen, Interpretation von EGMs zur Analyse der durch den ICD registrierten Ereignisse, Anpassung der Programmierung	2 UE
Modul VII	<b>Analyse und mögliche Interventionen von ICD-Therapien</b> Differenzierung zwischen adäquaten und inadäquaten Therapien, Interventionen bei inadäquaten Therapien, Interventionen bei adäquaten Therapien, Psychosoziale Auswirkungen	1 UE
Modul VIII	<b>Fehlfunktionen, Aggregataustausch, Revisionseingriff</b> Fehlfunktionen, Infektion des ICD-Systems, Aggregataustausch, Revisionseingriff	2 UE
<b>Modul IX - Lernerfolgskontrolle</b> – Multiple-Choice-Test mit mindestens 30 Fragen		1 UE

UE = Unterrichtseinheit = 45 Minuten

## 4 Inhalte und Struktur

### 4.1 Modul I – Grundlagen (2 UE)

#### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen zum plötzlichen Herztod (Definition/Prävalenz/Pathophysiologie) und Therapieprinzipien. Sie haben Kenntnisse der Grundlagen der ICD-Therapie, der historischen Entwicklung von ICD-Systemen, des Funktionsprinzips von transvenösen und subkutanen Systemen erworben. Sie haben sich mit der Wirksamkeit und möglichen Komplikationen der ICD-Therapie vertraut gemacht.

#### Lerninhalte:

##### **Plötzlicher Herztod**

- Definition
  - Unterscheidung zwischen plötzlichem Tod und plötzlichem Herztod, zeitlicher Ablauf, beobachtet vs. unbeobachtet, unerwarteter Zeitpunkt des Todes
- Epidemiologie
  - Inzidenz in der Bevölkerung
  - Ergebnisse populationsbezogener Studien
    - Unbeobachteter vs. beobachteter Tod, Geschlechts- und Altersverteilung, vorbekannte Risikofaktoren, Reanimationsinzidenz und -erfolg
- Zugrundeliegende kardiale Erkrankungen
  - KHK
    - Bedeutung von akuten und zurückliegenden Myokardinfarkten
    - Inzidenz des plötzlichen Herztodes in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand zum Myokardinfarkt
  - Kardiomyopathien etc.
    - DCM, HCM, ARVD, Mitralklappen Prolaps-Syndrom, Sarkoidose, Myokarditis, Amyloidose
    - Typische EKG-Befunde sowie Bedeutung der bildgebenden Diagnostik
    - Genetische Grundlagen (u. a. Laminopathien etc.)
  - Ionenkanalerkrankungen
    - LQTS, SQTS, Brugada-Syndrom, CPVT, frühe Repolarisation
    - Typische EKG-Befunde
    - Genetische Grundlagen
- Indikatoren eines erhöhten Risikos
  - Risikostratifikation, LVEF und Ausmaß einer Herzinsuffizienz
  - Überlebter plötzlicher Herzstillstand, Synkopen
  - Ventrikuläre Tachykardien (u. a. Häufigkeit, Dauer und Ursprung)
  - Bedeutung invasiver und nicht invasiver Diagnostik (MRT, Koronarangiographie, elektrophysiologische Untersuchung, genetische Untersuchung)
- Pathomechanismen des plötzlichen Todes
  - Inzidenz in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Grunderkrankung
  - Rhythmogene Ursachen (Tachykardien, Bradykardien, Asystolien)



- Andere kardiale Ursachen (Herzinsuffizienz, Klappenfehler, etc.)
- Nichtkardiale Ursachen
  - Lungenembolie, intrazerebrale Blutung, Fremdeinwirkung etc.

### **Pathophysiologie und Therapieprinzipien ventrikulärer Tachyarrhythmien**

- Kammertachykardien (VT), -flimmern (VF)
  - Entstehung
    - Mechanismen von VF (u. a. Ischämie)
    - Prinzipien von Narben assoziiertem Reentry
  - Defibrillation/Kardioversion/Überstimulation
    - Grundlegende Prinzipien
    - Wahrscheinlichkeitsfunktion einer erfolgreichen Defibrillation
    - Abhängigkeit des Erfolgs von der VF-Dauer
    - Definition und Bedeutung von DFT, Beeinflussbarkeit durch Medikamente
- Andere ventrikuläre Tachyarrhythmien
  - Idiopathische Kammertachykardien (EKG, Formen, Pathophysiologie, Diagnostik, Therapie und Prognose)
  - Transiente Kammertachykardien [u. a. Proarrhythmie (Torsade de Pointes)]

### **Historische Entwicklung der ICD-Therapie**

- Entwicklung implantierbarer Defibrillatoren
  - Miniaturisierung der Aggregate, pektorale Implantation
  - Transvenös-subkutane Elektroden und biphasische Defibrillation
  - Vollständig subkutaner Defibrillator (S-ICD)

### **Standardmodell eines transvenösen (tv)-ICD**

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

### **Funktionsprinzip eines tv-ICD**

- Therapeutische Möglichkeiten
  - Defibrillation (Energie und Anzahl der Schocks, Impulsformen, mögliche Schockwege, Gefahr eines myokardialen Schadens durch Defibrillation)
  - Kardioversion
  - Alternative zur externen Kardioversion bei Vorhoffarrhythmien
  - Effektivität und Schmerzempfinden für Schocks mit niedriger Energie
  - Antitachykarde Stimulation [Prinzip, Möglichkeiten („burst“, „ramp“, „scan“, Effektivität)]
- Detektionsprinzipien
  - Frequenzkriterium
  - Dauer
  - Zusatzkriterien (Sensitivität vs. Spezifität)
  - Basisalgorithmus
  - Aufteilung in Frequenzzonen mit der Möglichkeit für verschiedene Zusatzkriterien und Therapiemöglichkeiten

### **Funktionsprinzip eines subkutanen ICD**

- Entwicklung, Prinzip, Anschluss
- Indikationen (Leitlinien, Studien)
- Vergleich zu tv-ICD

### **Effektivität und Komplikationen der ICD-Therapie**

- Effektivität der ICD-Therapie
  - Effektivität in der Terminierung von VT/VF durch Schock bzw. antitachykarde Stimulation
  - Gefährdung der Effektivität durch VT unterhalb der programmierten Detektionsfrequenz und unaufhörliche VT
  - Vergleich S-ICD vs. tv-ICD
  - Bedeutung der zusätzlichen medikamentösen antiarrhythmischen Therapie und Konsequenzen in der Programmierung
- Komplikationen der ICD-Therapie
  - Art und Häufigkeit und Vermeiden von Komplikationen
  - Inadäquate Therapie als häufigste Komplikation
  - Vergleich S-ICD vs. tv-ICD
  - Psychosoziale Auswirkungen von ICD-Therapien
- Perioperative Letalität und Morbidität
  - Letalität durch ICD-Implantation und mögliche Ursachen

### **Alternative Therapien zur ICD-Versorgung**

- Medikamentöse Therapie
  - Bedeutung einer optimierten medikamentösen Herzinsuffizienztherapie
  - Bedeutung von Antiarrhythmika
  - Bedeutung einer interventionellen Herzinsuffizienztherapie ergänzend zur medikamentösen Therapie

### **Katheterablation**

- Grundprinzip der Durchführung (Indikationen und Komplikationen)
- Erfolgsaussichten (ICM vs. NICM)

### **Leitlinien und gesetzliche Bestimmungen**

- Übersicht der Leitlinien zur ICD-Therapie
- Übersicht der gesetzlichen Vorschriften und anderer Bestimmungen
  - Medizinproduktegesetz (MPG)
  - Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV)
  - Röntgenverordnung (RöV)
  - Richtlinien für Krankenhaushygiene und Infektionsprophylaxe
  - Sachkunde
  - Fahreignung beruflich/privat

## 4.2 Modul II – Indikationen zur ICD-Therapie (2 UE)

### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Indikationen zur ICD-Therapie in der Primär- und Sekundärprävention des plötzlichen Herztods unter Würdigung der aktuellen nationalen wie internationalen Empfehlungen.

### Lerninhalte:

#### **Identifikation von Risikopatienten anhand der Leitlinien**

- Lebensbedrohliche Rhythmusereignisse (Sekundärprävention)
  - VF/ VT, erhaltene vs. reduzierte LV-Funktion
- Arrhythmie bedingte bedrohliche klinische Ereignisse (Sekundärprävention)
  - Synkopen
- Indikatoren der Gefahr für einen plötzlichen Herztod (zur Primärprävention)

#### **Indikationsstellung zur ICD-Implantation**

- Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie
- Prüfung medizinischer Voraussetzungen und Aufklärung über Vor- und Nachteile der ICD-Therapie
- Beachtung möglicher alternativer Therapieverfahren, insbesondere Katheterablation

#### **Beachtung möglicher Einschränkungen zur ICD-Implantation**

- Kontraindikationen
  - u. a. geringe Lebenserwartung, NYHA IV-Herzinsuffizienz ohne Option zur Herztransplantation oder mechanischem Unterstützungssystem; Infekt (Sepsis), evtl. dialysepflichtige Niereninsuffizienz
- Fehlende Indikation
  - z. B. VT/VF im akuten Myokardinfarkt (< 48 h), Primärprävention innerhalb von 6 Wochen nach akutem Herzinfarkt, Primärprävention ohne optimierte HI-Therapie, Synkope ohne strukturelle oder primär elektrische Herzerkrankung, nicht-anhaltende VT, idiopathische VT, VF/Reanimation bei WPW-Syndrom, ggf. WCD als „bridge-to-decision“
- Bedeutung vermeidbarer oder passagerer Ursachen von VT/VF
  - z. B. akute Ischämie, Trauma, Stromunfall, erworbenes QT-Syndrom mit z. B. medikamentös ausgelösten Torsade-de-pointes-Tachykardien, Takotsubo-Kardiomyopathie
  - z. B. Elektrolythaushalt, metabolische Entgleisung, Hyperthyreose, ggf. WCD als „bridge-to-decision“
- Umgang mit ICD-Patienten am Lebensende oder bei schweren Begleiterkrankungen
  - Möglichkeit der Inaktivierung von ICD-Therapien am Lebensende sowie auf Patientenwunsch

#### **Diagnostik und Evaluation der Arrhythmien**

- Anamnese, Fremdanamnese
- Arrhythmiedokumentation (12-Kanal-EKG, Monitorstreifen)
- Begleitende Umstände zum Zeitpunkt der Indexarrhythmie
  - Medikation (z. B. proarrhythmische Medikationen)
  - Ischämiezeichen (Klinik, EKG, Labormarker)

- Elektrolyte (z. B. Kalium, Magnesium)
- Typische Zeichen der Arrhythmie bedingten Synkope
  - Umstände, Beginn, Dauer, Erholung
- Bedeutung weiterführender Untersuchungen
  - Echokardiographie, Koronarangiographie, MRT, elektrophysiologische Untersuchung etc.

#### **Wertigkeit von Parametern der Risikostratifikation**

- Familienanamnese
  - Verdacht auf genetisch determinierte Erkrankungen
- LVEF und Stadien der Herzinsuffizienz (NYHA)
- Arrhythmiedokumentation
  - VES, nicht anhaltende/anhaltende VT, VF
- Spezifische EKG-Befunde
  - z. B. bei ARVD, Brugada-Syndrom, LQTS und anderen seltenen Kardiomyopathien

#### **ICD-Indikation in der Sekundär- und Primärprävention entsprechend der Leitlinien**

- Bedeutung der Indexarrhythmie
- Bedeutung der Grundkrankheit zur Indikationsstellung
  - Kardiomyopathie (KHK, DCM, HCM, ARVD), angeborene und erworbene Herz(klappen)fehler, Ionenkanalerkrankungen, andere seltene Erkrankungen (Sarkoidose, Mitralklappenprolaps-Syndrom, Amyloidose)
- Kenntnisse der Studien zur Sekundär- und Primärprävention
  - Beurteilung im Kontext aktueller Daten

### 4.3 Modul III – ICD- und Sondenmodelle (1 UE)

#### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen der verschiedenen ICD- und Sondenmodelle und deren Unterschiede sowie Vor- und Nachteile.

#### Lerninhalte:

##### **1-Kammer-ICD**

- Bestandteile des Aggregats
  - Aufbau, Batterie, Lebensdauer
- Erkennungszonen
  - VF-Zone, VT-Zone(n), Bradykardiezone

##### **Diagnostische Funktionen**

- Anzeige des Batteriestatus und der Funktionsparameter: Wahrnehmung, Impedanz, Ladezeiten, Programmierung
- Episodenzähler: Angaben zu abgegebenen/erfolgreichen Therapien
- Elektrogrammspeicher: Marker-Signale, Nahfeld- vs. Fernfeldsignal des Ventrikels
- Programmierte Stimulation über den ICD

##### **Therapeutische Funktionen**

- Therapeutische Prinzipien: Antitachykarde Stimulation, Kardioversion, Defibrillation
- Therapiezonen: VT-Zonen, Defibrillationszone
- Defibrillationstherapie
  - Benötigte Spannungen und Energien
  - Kondensatorentladung und resultierende Schockformen, monophasisch, biphasisch,
  - Programmierbarkeit in der VF-Zone
- Antitachykarde Stimulation, Kardioversion
  - Einzelstimulus, „burst-“, „scan-“, „ramp“-Stimulation
  - Programmierbarkeit in den VT-Zone(n) 1-, 2- vs. 3-Zonen-Programmierung
  - Therapieinhibierung und zeitliche Begrenzung

- Redetektion

##### **Besondere ICD-Funktionen**

- Telemedizinisches Monitoring
- Magnetmodus
- Warntöne
- Möglichkeiten zur Induktion von VF

##### **Kammer-ICD**

- Unterschiede in der Indikation zum 1-Kammer-System
  - aus bradykarder Indikation
  - zur Vermeidung von inadäquaten Therapien
  - andere seltene Indikationen z. B. bei LQTS
- Zusätzliche Hardware
  - Anschlusskopf zur Aufnahme einer atrialen Elektrode

- Besonderheiten von „Single lead-VDD-ICD-Systemen“
- Vor- und Nachteile von 2-Kammer-Systemen

### **3-Kammer-ICD**

- Unterschiede in der Indikation gegenüber dem 1- bzw. 2-/3-Kammer-System
  - Indikation zur Resynchronisation (CRT)
- Zusätzliche Hardware
  - Anschlusskopf zur Aufnahme einer LV-Elektrode
- Spezifische diagnostische Möglichkeiten biventrikulärer Systeme
  - z. B. Aktivitätsmarker, Bestimmung des Lungenwassers, Herzfrequenzvariabilität
- Vor- und Nachteile von 3-Kammer-Systemen

### **Subkutaner ICD (S-ICD)**

- Bestandteile des Aggregats
  - Unterschiede zum 1-Kammer-ICD
- Erkennung
  - Erkennungsmöglichkeiten bei Verzicht auf endokardiale Signale
  - Detektionsalgorithmen zur Vermeidung von Oversensing
- Therapie
  - Therapiemöglichkeiten des S-ICD
- Vor- und Nachteile gegenüber tv-ICDs

### **ICD-Sonden**

- Aufbau der Pace/Sense/Defibrillationselektrode
  - Steckerverbindungen an das Aggregat (IS-1, DF-1, DF-4)
  - Aufbau des Elektrodenkörpers und der Elektrodenspitze
  - Besonderheiten des Elektrodendesigns des S-ICD
- Zusätzliche Pace/Sense-Elektroden
  - Atriale Elektrode, Koronarsinuselektrode, Epimyokardiale Elektrode
- Zusätzliche Elektroden zur Defibrillation
  - Vor- und Nachteile der verschiedenen zusätzlichen Elektroden
- Mögliche Konfigurationen zur internen Defibrillation
  - Transvenöse Konfigurationen mit aktivem Gehäuse
    - Unterschiedliche Schockeffektivität bei verschiedenen Positionen des Aggregats
  - Transvenöse Konfigurationen ohne aktives Gehäuse
  - Transvenös-subkutane Konfigurationen
  - Subkutane Konfigurationen (S-ICD)

#### **4.4 Modul IV – Implantation (2 UE)**

##### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen der ICD-Implantation. Dies umfasst die Vorbereitung zur Operation und die Implantation von ICD-Systemen einschließlich der Besonderheiten bei vollständig subkutanen ICD-Systemen sowie evtl. perioperative Komplikationen.

##### Lerninhalte:

##### **Vorbereitung der Operation**

- Aufklärung und Einverständniserklärung des Patienten
  - Aushändigung eines Patientenhandbuchs
  - Inhalt und Zeitpunkt der Aufklärung über den eigentlichen Eingriff
  - Aufklärung über „Leben mit dem ICD“, z. B. Schmerzen bei Schocks, mögliche Synkopen und Auswirkungen auf Fahrerlaubnis, Sexualleben, Schwangerschaft, Sport, notwendige Kontrollen, „End-of-Life“-Optionen, mögliche Interferenzen z. B. MRT
  - Aufklärung über mit dem ICD nicht vereinbaren Tätigkeiten, z. B. Lichtbogenschweißen, Tauchen
  - Aufklärung über die Möglichkeit telemedizinischer Abfragen
- Vorbereitende Untersuchungen
  - Wahl der Implantationslokalisation
    - ggf. Ultraschalluntersuchung des geplanten venösen Zugangs, Armphlebographie
    - Inspektion und Rasur der Haut im Operationsbereich
  - Klinisch-chemische Laborwerte
  - Evtl. Röntgen-Thorax, Echokardiographie
  - Antikoagulationsmanagement
- Vorbereitung im Operationssaal
  - Testung aller Geräte auf Funktionsfähigkeit
  - Lagerung des Patienten
  - Oberflächen-EKG
  - Transkutane Messung der O<sub>2</sub>-Sättigung
  - Hämodynamisches Monitoring
  - Durchleuchtungseinheit
  - Perkutane Stimulationseinheit/externer Defibrillator
  - Aufbau des Instrumententisches, Operationsinstrumente
  - Kabel für externen Schrittmacher und intrakardiale Ableitung
  - Entfettung und Desinfektion der Haut, steriles Abdecken
  - Anästhesie: Intubationsnarkose vs. Analgosedierung
  - Maßnahmen zur Vermeidung perioperativer Infektionen, u. a. Antibiotikatherapie

##### **Implantation des ICD mit transvenösen Elektroden**

- Lokalanästhesie
- Maßnahmen zur Vermeidung/Reduktion von Röntgenstrahlen
- Hautschnitt und Blutstillung

- Implantation von transvenösen Sonden
  - Punktionstechniken
  - V. cephalica (präferiert, Präparation des OP-Bereichs, Gefäßöffnung, Einführen der Sonde)
  - V. subclavia/axillaris (Präparation des OP-Bereichs, Gefäßöffnung, Einführen der Sonde)
  - selten verwendete venöse Zugänge
- Implantation von Sonden bei subkutanen ICD-Systemen
  - Platzierung der Kammersonde
    - Verschiedene Techniken der Platzierung
    - Messungen, Messwertgrenzen, Signalableitung, Verletzungspotenzial
  - Platzierung der Vorhofsonde
    - Verschiedene Techniken der Platzierung
    - Messungen, Messwertgrenzen, Signalableitung, Verletzungspotenzial
- Fixierung der Sonden
  - Platzierung des „sleeves“, Nahttechnik und -material
- Präparation der Aggregattasche
  - Subkutan, subfaszial, submuskulär
- Aggregatimplantation
  - Sondenkonnektion
  - Platzierung und Fixierung des Aggregats in der Tasche
- Intraoperative Funktionstestung
  - Messung der Schrittmacherparameter und Kenntnis der erforderlichen Werte
  - evtl. Testung der Defibrillationsreizschwelle
  - Variationsmöglichkeiten bei unzureichender DFT
- Wundverschluss
  - Muskulär/subkutan
  - Kutan
  - Verband

### **Besonderheiten bei der Implantation von S-ICD**

- Einzeichnen der anatomischen „Landmarks“ und angestrebte Position von Aggregat und Elektrode präoperativ unter radiologischer Kontrolle
- Präparation der Tasche
- Implantation der Sonde
- Intraoperative Messungen und Testung

### **Spezielle Implantationsbedingungen**

#### **Patienten mit kongenitaler Herzerkrankung**

##### **Kinder**

- Schrittmacherträger
  - Interferenzen
  - Versorgung der „alten“ Schrittmachersonden
- Nach System-Explantation



### **Nachsorge nach Operation**

- Postoperative Kontrollen
  - Thorax-Röntgenaufnahme
  - Testung der Schrittmacherfunktionen
  - Ausstellung eines ICD-Ausweises
  - Verhaltensmaßregeln bis zur Wundheilung
  - Empfehlungen zur Fahreignung

### **Perioperative Komplikationen**

- Lokale Komplikationen im Bereich der Aggregattasche
  - Taschenhämatom
  - Stimulation der Skelettmuskulatur
  - Wunddehiszenz
- Komplikationen bei Sondenplatzierung/-lage
  - Arterielle Fehlpunktion
  - Zwerchfellstimulation
  - Perforationen
    - Myokard mit evtl. Perikardtamponade
    - Koronarsinus mit evtl. Perikardtamponade
    - V. cava superior mit ggf. mediastinaler Blutung
  - Pneumothorax, Hämatothorax
  - Luftembolie
  - Thoraxwandstimulation
    - Fehlplatzierungen (Koronarsinus, linksatrial, linksventrikulär)
  - Frühdislokation
  - „subclavian crush“ (chronisch)

## 4.5 Modul V – Programmierung (2 UE)

### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen und Ziele der ICD-Programmierung. Dies umfasst Vorschläge für eine Standardprogrammierung, besondere Möglichkeiten zur Differenzierung und Therapie unterschiedlicher Herzrhythmusstörungen.

### Lerninhalte:

#### **Voraussetzungen und Ziele**

- Primäres Ziel
  - Vermeidung des plötzlichen Herztodes durch VT/VF
  - Studienlage zu Therapieabgaben und Letalität
- 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
  - Vermeidung von unnötigen Therapien

#### **Interventionsfrequenz**

- Einzonen- oder Mehrzonen-System
- Programmierung eines Einzonen-gerätes
  - Detektionsdauer bzw. Anzahl der bis zur Tachykardieerkennung benötigten schnellen Intervalle in der „VF-Zone“
  - Bestätigung der Tachykardie-Persistenz vor Schockabgabe („non-committed shock“)
- Programmierung eines Mehrzonen-gerätes
  - Detektionsdauer bzw. Anzahl der bis zur Tachykardie-Erkennung benötigten schnellen Intervalle in der „VT-Zone“
  - Programmierung mehrerer „VT-Zonen“

#### **Bedeutung von Frequenz und Zeit zur Vermeidung nicht benötigter Therapieabgaben**

#### **Bedeutung von Zusatzkriterien der Detektion**

- Funktionsweise und Programmierung, Vor- und Nachteile

#### **Detektionsalgorithmen von 2-Kammer-ICD**

- Allgemeines zu 2-Kammer-Detektionsalgorithmen
  - Verwendung des Vorhofsignals 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 Vorhofsignals im Algorithmus
    - Keine Überprüfung der Stabilität bei höherer Kammer- als Vorhoffrequenz
  - Abhängigkeit der Detektionsalgorithmen in 2-Kammer-ICDs von der atrialen Elektrodenfunktion

- „Farfield“-R-Wellen-Oversensing
- P-Wellen-Undersensing
- Firmen spezifische Detektionsalgorithmen

### **Darstellung von Vorschlägen für eine standardisierte Programmierung von ICDs**

#### **VT unterhalb der Detektionsgrenze**

- Häufigkeit, Prädiktoren, Risiken und Konsequenzen, Therapieoptionen

#### **ICD-Therapien**

- Defibrillation und Kardioversion
  - Defibrillation
    - Gefahr der Erhöhung der DFT durch Änderung der antiarrhythmischen Medikation
  - Kardioversion
    - Häufigkeit der Akzeleration
    - Programmierung der Kardioversionsenergien
- Antitachykarde Überstimulation
  - Funktionsweise, Formen und Effektivität der antitachykarden Überstimulation

#### **Programmierung der Schrittmacherfunktion bei ICD**

- Nachteile einer häufigen rechtsventrikulären Schrittmacherstimulation
  - Optionen zur Minimierung der RV-Stimulation
- Programmierung der antibradykarden Stimulation nach Schockabgabe

## 4.6 Modul VI – Nachsorgeuntersuchungen (2 UE)

### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen und ICD-Nachsorge (u. a. Indikation, Ablauf einer Nachsorgeuntersuchung, Interpretation intrakardialer Elektrogramme, Anpassung der Programmierung).

### Lerninhalte:

#### **Indikation zur Nachsorge**

- Sofortige Vorstellung
  - Anhaltende VT/VF, elektrischer Sturm
  - Repetitive zeitlich gehäufte Schockinterventionen (z. B. innerhalb von 48h)
- Dringliche Vorstellung
  - Neu aufgetretene oder Verschlechterung einer vorbestehenden Herzinsuffizienz
  - Wiederholte Schockinterventionen in kürzerem Zeitraum (Tage bis Wochen)
  - Erster Schock
  - Synkope unklarer Genese
  - Verdacht auf Infektion des Defibrillatorsystems und/oder Auffälligkeit
  - Neu aufgetretene Rhythmusstörungen (z. B. absolute Arrhythmie bei Vorhofflimmern)
  - Zunehmende psychische Belastung
  - Änderungen der antiarrhythmischen Medikation
- Routinemäßige Nachsorge
  - Entlassungsuntersuchung
  - Zeitintervalle für geplante Nachsorgen
  - Ggf. kürzere Intervalle bei z. B. drohender Batterieerschöpfung, häufigen Arrhythmieepisodes, Verdacht auf Fehlfunktionen
- Telemedizinische Überwachung
  - Bedeutung der telemedizinischen Nachsorge
  - Organisation eines telemedizinischen Zentrums

#### **Ablauf der Nachsorgeuntersuchungen**

- Organisation einer Defibrillatorambulanz
  - Personelle Erfordernisse
    - Geschulte Ärzte mit klinischer Erfahrung im Umgang mit ICD-Patienten
    - Regelmäßige Wiederholungen von Schulungen
    - Eingehende Kenntnisse in der Indikationsstellung, Implantationstechnik und alternativer antiarrhythmischer Therapieverfahren
  - Apparative Ausrüstung
    - Programmiergeräte
    - Handbücher oder elektronische Dokumentation der einzelnen Programmiergeräte, der jeweiligen Software und ICD-Modelle
    - EKG-Gerät
    - Notfallausrüstung einschließlich externem Defibrillator und i.v.-Antiarrhythmika

- Dokumentation der Untersuchungen
  - Gewährleistung der Nachverfolgung von Implantaten
- Strukturierte Nachsorge
  - Therapiezentrierte Anamnese und kardiopulmonale Untersuchung
  - Medikamenteneinnahme (insbesondere Antiarrhythmika und Herzinsuffizienz-Medikation)
  - Psychisches Befinden
  - Fahreignung
  - Inspektion der Defibrillatortasche
  - EKG
  - Technische Funktionskontrolle
  - Telemetrische Abfrage
  - Bewertung der Messwerte und gespeicherten Episoden
- Kontrollen - Mindestanforderungen an eine reguläre Kontrolle
  - Dokumentation des Ausgangs-EKG
  - Telemetrische Messungen
    - Batteriestatus, Ladezeit, Elektrodenimpedanz
    - Stimulations- und Wahrnehmungsschwelle
    - Markerkanal, intrakardiales Elektrogramm
  - Abfrage der programmierten und gespeicherten Daten
    - Ereigniszähler („Counter“, Therapiezähler, Statistiken)
    - Herzfrequenzprofil, Frequenzhistogramm, RR-Intervalle
    - Gespeicherte Elektrogramme
    - Anzahl spontaner anhaltender und/oder nicht anhaltender Tachykardien
    - Bradykarde Funktionsparameter (effektive Stimulation und Wahrnehmung)
    - Tachykardiedetektion (adäquate Erkennung der Tachykardie, ggf. Vorhofflimmern und atriale „high rate episodes“, VES-Last)
    - Effektive Terminierung (antitachykarde Stimulation, Schocktherapien)
- Zusätzliche optionale Messungen bei erweiterter Kontrolle
  - T-Wellen-Sensing, „cross-talk“
  - „Undersensing“, „oversensing“-Test
  - Arm-/Schulterbewegungen, Bauchpresse, Inspiration
  - Überprüfung von zusätzlichen programmierten Detektionskriterien
  - Nichtinvasive Induktion von Tachykardien zur Verifizierung der adäquaten Diskriminierung, Detektion und Terminierung von Tachykardie
- Optionale Diagnostik
  - Laboruntersuchungen z. B. CRP, Leukozyten, BNP, Kalium
  - Langzeit-EKG
  - Echokardiographie
  - Thorax-Röntgenaufnahme bzw. Durchleuchtung (z. B. bei Verdacht auf S-ICD-Aggregatverlagerung)
  - Ergometrie [z. B. bei S-ICD (Diskriminierung P-R-T unter Tachykardie)]

**Interpretation von EGMs zur Analyse der durch den ICD registrierten Ereignisse**

- Diskriminierung zwischen adäquater und inadäquater Therapie

- Auslösemechanismus von Arrhythmien
- Beurteilung der Therapie-Effektivität
- Trouble-Shooting (Elektrodenprobleme etc.)

### **Anpassung der Programmierung**

- Klinisch adäquate Therapien
  - Rezidivierende, hämodynamisch tolerierte VT
  - Häufung (Cluster) von VT/VF
  - Unaufhörliche („incessant“) VT
- Klinisch inadäquate Therapien
  - Supraventrikuläre Tachykardien
  - Oversensing von internen Signalen
    - T-Wellen- oder P-Wellen-Oversensing
    - Elektroden- oder Adapterbruch
    - Elektroden- oder Adapterisolationssdefekt
    - Lockere Schrauben am Gehäuse
    - Sensing von Schrittmacherstimuli
    - Automatische „gain-control-oversensing“
  - Oversensing von externen Signalen
    - Elektrokauter
    - Elektromagnetische Interferenzen (z. B. Handy, Mikrowelle)
- Fehlerkennung von spontanen VT
  - z. B. Undersensing von VT/VF, VT unterhalb der Detektionsfrequenz, nicht anhaltende VT
- 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

#### **4.7 Modul VII – Analyse und mögliche Interventionen von ICD-Therapien (1 UE)**

##### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer können ICD-Therapien (u. a. adäquate und inadäquate Therapien) auswerten und interpretieren und kennen das erforderliche Management zur Vermeidung von Therapien. Sie haben Kenntnisse zu den psychosozialen Auswirkungen von ICD-Therapie erworben.

##### Lerninhalte:

##### **Differenzierung zwischen adäquaten und inadäquaten Therapien**

- Nach Symptomatik und Situation
- Nach Elektrogrammen
  - Morphologie, Stabilität, plötzlicher Beginn, Verhältnis von Vorhof- zu Ventrikelsignalen
- Nach Therapieeffekt
  - Terminierung, ATP-Return-Cycle

##### **Intervention bei inadäquaten Therapien**

- Spezifizierung des zugrunde liegenden Problems
  - SVT [Sinustachykardie, Vorhofflimmern/-flattern, seltene SVT (AVNRT etc.)]
  - Oversensing
- Therapieoptionen
  - Anpassung von Zusatzkriterien
  - Katheterablation
  - Medikamentöse Therapie
  - Elektrodenrevision bei Oversensing
  - Aufrüstung auf ein 2-Kammer-Gerät und /oder 3-Kammergerät

##### **Intervention bei adäquaten Therapien**

- Unterschiedliche Bedeutung von VT/VF
  - Frequenz, Häufigkeit, Grunderkrankung
- Arrhythmie-begünstigende Faktoren (u. a. Hypokaliämie, Fieber, Ischämie, Medikamente)
- Therapie
  - Anxiolytika/Sedierung
  - Antiarrhythmika bei häufigen VT
  - Ablationsbehandlung bei VT und/oder VES-induziertem VF

##### **Psychosoziale Auswirkungen**

#### **4.8 Modul VIII – Fehlfunktionen, Aggregataustausch, Revisionseingriff (2 UE)**

##### Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen ICD-Fehlfunktionen und Therapiemöglichkeiten einschließlich der Indikationen zum Austausch/zur Revision von ICD-Systemen.

##### Lerninhalt:

##### **Fehlfunktionen**

- Definition
- Elektrodendysfunktion
  - Elektrodendislokation, -perforation
  - Elektrodenfehllage
  - Beschädigung der Elektrode
    - Elektrodenbruch
    - Elektrodenisolationsdefekt
  - Konnektorprobleme
    - Fehlerhafte Konnektion am Aggregat
    - Konnektorisolationsdefekt
  - Anstieg der Stimulationsreizschwelle
  - Anstieg der Defibrillationsreizschwelle
    - Sensing-Probleme (Oversensing, Undersensing, Cross-Talk)
  - Zwerchfellstimulation und Muskelzucken
  - Parameter zur Erkennung von Elektrodendysfunktionen
- Interferenzen mit externen Quellen
  - Technische Grundlagen
  - Externe Störquellen
  - Mögliche Formen der Interferenz
    - Gerätetechnische Konsequenzen
    - Klinische Konsequenzen
  - Sicherheitsvorkehrungen
    - Geräteseitige Sicherheitsschaltungen
    - Feldstärkemessungen
    - Verhaltensregeln
    - Postexpositionelle Kontrollen (u. a. MRT, Strahlentherapie)
- Dysfunktion des Aggregates
  - Physikalische Beschädigung
  - Vorzeitige Batterieerschöpfung
    - „Elective replacement indicator“ (ERI) / „end of life“ (EOL)
  - Verlängerte Ladezeiten des Kondensators, Fehlfunktion des Pulsgenerators
    - Störungen der Hardware/Software
  - Aggregatbedingte lokale Störungen
    - Aggregatdislokation, -perforation



### **Infektionen des ICD-Systems**

- Klinik
  - Zeichen der Infektion der Aggregattasche und der Elektrode(n)
- Diagnostik
  - Abstrich der Tasche, Blutkulturen, TEE, PET-CT
- Therapie
  - Indikation zur Explantation
  - Adjuvante Antibiotikatherapie
  - Re-Implantation
  - Bedeutung der tragbaren Defibrillatorweste vor Re-Implantation

### **Aggregataustausch**

- Indikationen
  - Austauschkriterien
  - Überprüfen eines Fortbestehens der ICD-Indikation (z. B. Erholung LVEF, geänderte Datenlage)
- Mögliches Erfordernis von Adaptern
  - Kenntnis der Stecker der implantierten Elektroden
- Mögliche Systemaufrüstung
  - Aufrüstung zum 2-Kammer-System
  - Aufrüstung zum biventrikulären System
  - Aufrüstung mit His-Stimulation
- Mögliche Elektrodenrevision
  - Präoperative Elektrodentests
  - Kenntnisse über die Langzeitstabilität des implantierten Elektrodenmodells
  - Kenntnisse über die möglichen Zugänge
- Durchführung des Aggregatwechsels
  - Narkoseformen
  - Antikoagulation
  - Antibiotikaphylaxe
  - Sorgfältige Inspektion der Elektroden und der Tasche
  - Geräteauswahl
  - Präparation/Modifikation der Aggregattasche
  - Ggfs. intraoperative Testung
  - Kontrolle von Operationswunde, Geräteparameter und Medikation vor Entlassung
- Komplikationen
  - Klinik, Diagnostik, Therapie

### **Revisionseingriff**

- Indikationen
  - Dysfunktion von Sonde und/oder Aggregat
  - Konnektorprobleme
  - Erhöhte DFT

- Lokale Störungen (z. B. Aggregatdislokation Aggregatperforation, hypermobiles Aggregat)
  - Elektrodenperforation
- Infektion
- Aggregatverlagerung
- Präoperative Diagnostik
  - Beurteilung des Lokalbefundes
  - Ggf. vorab Phlebographie
  - Labordiagnostik
  - Bildgebung
  - ICD-Funktionsdiagnostik
- Begleittherapie
  - Antikoagulation
  - Antibiotische Therapie
- Intraoperative Überprüfung
  - Inspektion aller sichtbaren Systemanteile
  - Ggfs. erneuter Funktionstest zur eindeutigen Identifizierung des Funktionsfehlers
- Vorgehen bei Sondenrevision
  - Sondenexplantation, falls möglich, v. a. bei Sondenalter < 1 Jahr
  - Sondenextraktion, falls erforderlich
  - Sondenauswahl
  - Sondenplatzierung
    - Technische Hilfsmittel zur Überwindung von intravenösen Engstellen
- Sondenextraktion
  - Technisches Vorgehen
    - Transvenös vs. transthorakal
    - Extraktionstechniken und -systeme
  - Mögliche Komplikationen
    - Resultierende infrastrukturelle Voraussetzungen, z. B. Bereitschaft zur Notfallthorakotomie
  - Absolute und relative Indikationen
- Intraoperative Überprüfung des revidierten ICD-Systems
- Nachbehandlung
  - Antibiotikatherapie bei Systeminfektion
    - Keimspektrum und Substanzwahl
    - Therapiedauer, Erfolgskriterien
    - Kontrolluntersuchungen, Kontrollintervalle
  - Lokalbehandlung, Verhaltensregeln
  - Postoperative ICD-Funktionstests

#### **4.9 Modul IX – Lernerfolgskontrolle (1 UE)**

Am Ende des Kurses erfolgt eine Lernerfolgskontrolle mit 30 Multiple-Choice-Fragen.

## 5 Dokumenteninformation

<b>Auflage/Fassung</b>	<b>Thema</b>	<b>Beschluss</b>
1. Auflage vom 09.12.2021	Erstfassung	Vorstand der BÄK am 09.12.2021
1. Auflage in der Fassung vom 23.09.2022	<ul style="list-style-type: none"><li>– Aktualisiertes Layout</li><li>– Redaktionelle Anpassungen</li></ul>	Ständige Konferenz „Ärztliche Fortbildung“ am 23.09.2022