

13 Elektrische Therapie von Herzrhythmusstörungen

H.-J. Trappe

13.1 Tachykarde Herzrhythmusstörungen – Kardioversion/Defibrillation

Prinzip

- ▶ Depolarisation bzw. Synchronisation sämtlicher Herzmuskelzellen durch hochenergetischen Stromstoß. Der dann folgende Herzschlag sollte idealerweise ein Sinus-schlag sein.
 - Kardioversion: Abgabe eines Stromstoßes EKG-/R-Zacken-synchron.
 - Defibrillation: Abgabe eines Stromstoßes ohne Synchronisation mit dem EKG.



Wichtige Vorbereitungen:

Bei gleichzeitiger Neigung zu bradykarden Rhythmusstörungen kann nach Elektroschockabgabe eine Asystolie oder ein höhergradiger AV-Block (II°, III°) auftreten! Es sollten daher **alle Möglichkeiten einer temporären Schrittmacherstimulation** gegeben sein.

Bei jeder Kardioversion oder Defibrillation **i. v.-Zugang legen!** In jedem Fall müssen **alle Maßnahmen für eine sofortige Intubation/Beatmung** gegeben sein; entsprechende Vorbereitungen sind zu treffen!

Allgemeines Vorgehen

- ▶ **EKG-Ableitung:** (Rhythmusstörung mit EKG-Ausdruck [möglichst 12-Kanal-EKG-Ableitung] dokumentieren!):
 - *Elektiv:* 3 Oberflächen-EKG-Elektroden und Wahl der besten Ableitung (oft EKG-Extremitäten-Ableitung II am besten).
 - *Notfall:* EKG über die Defibrillationselektroden ableiten.
- ▶ **Kurznarkose** (S. 192): Indiziert bei erhaltenem Bewusstsein des Patienten. Bei primärer Bewusstlosigkeit des Patienten ist eine Kurznarkose (Kammerflimmern/-flattern, pulslose ventrikuläre Tachykardie) nicht erforderlich. Keine Kardioversion/Defibrillation nur unter Applikation von Sedativa!
- ▶ **Defibrillator-Bedienung** (S. 156).

Defibrillation

- ▶ **Indikation:** Bei Kammerflimmern und pulsloser ventrikulärer Tachykardie muss sofort defibrilliert werden – noch vor einer eventuellen Intubation. Voraussetzung ist die Verfügbarkeit eines Defibrillators.
- ▶ **Oberstes Gebot: Ruhe bewahren!** Genaues Vorgehen (S. 156).

Kardioversion

- ▶ **Vorgehen bei Kammerflattern** (= regelmäßige monomorphe breite QRS-Komplexe mit einer Frequenz ≥ 280 /min – innerhalb kurzer Zeit Bewusstlosigkeit und dann oft Degeneration in Kammerflimmern): Bei gut erkennbaren QRS-Komplexen Modus zur R-Zacken-Synchronisierung vorwählen. Energiestufen: 120–360 J biphasisch, 360 J monophasisch. Weiteres Vorgehen wie bei Kammerflimmern (S. 410).

13.1 Tachykarde Herzrhythmusstörungen

- ▶ **Kammertachykardien** (=regelmäßige monomorphe breite QRS-Komplexe mit Ursprung aus den Herzkammern mit einer Frequenz > 100/min):
 - *Bei Bewusstlosigkeit*: sofortige Kardioversion mit 120–360 J biphasisch oder 360 J monophasisch („synchron“), bei Erfolglosigkeit.
 - *Bei ungetrübter Bewusstseinslage*:
 - Puls fühlen, evtl. Blutdruck messen, venösen Zugang legen, zugrundeliegende Rhythmusstörung mit 12-Kanal-EKG dokumentieren (wichtig für die spätere weitere Abklärung der Rhythmusstörungen).
 - Amiodaron 300 mg i. v. unter EKG-Kontrolle.
 - Bei Erfolglosigkeit der medikamentösen Therapie (S. 157) Kardioversion („Synchron“-Modus, s. u.) in Kurznarkose (S. 192).
 - EKG-Dokumentation des Therapieerfolges.
 - Wenn noch immer erfolglos, mehrfache Kardioversionen, evtl. Überstimulation vom rechten Ventrikel aus.
- ▶ **Vorhofflimmern**:
 - *Hämodynamisch instabile Patienten*: Sofortige Antikoagulation mit Heparin (S. 250) („high dose“) zur Verhinderung von kardialen Thromben; transösophageale Echokardiografie (Thromben?) → Kardioversion (s. u.) in Kurznarkose (S. 192) unter EKG-Kontrolle.
 - *Hämodynamisch stabile Patienten*:
 - Sofortige Antikoagulation (Ziel-PTT 60–80 s).
 - Vorhofflimmern < 48 h: Sofortige Kardioversion in Kurznarkose (S. 192) möglich. Energievorwahl 120–150 J biphasisch (200 J monophasisch), Steigerung der Energie, wenn ineffektiv. Genaues Vorgehen/Technik s. u.
 - Vorhofflimmern > 48 h: Orale Antikoagulation des Patienten für 4 Wochen (Ziel: Quick 15–25%, INR 2,5–4,5). Alternativ transösophageale Echokardiografie zum Ausschluss linksatrialer Thromben (insbesondere im linken Vorhofohr). Anschließend Kardioversion (initial 120–150 J biphasisch (200 J monophasisch), bei Erfolglosigkeit Steigerung der Energie; genaues Vorgehen/Technik s. u.).
 - *Weiterbehandlung nach Kardioversion*:
 - Orale Antikoagulation für mindestens 4 Wochen zur Vermeidung von peripheren Embolien (Ziel: Quick 15–25%, INR 2,5–4,5).
 - Langfristige medikamentöse Rezidivprophylaxe: Indiziert bei häufigerem Auftreten von Vorhofflimmern oder zugrunde liegender struktureller Herzerkrankung (*nicht* bei erstmaligem Auftreten von idiopathischem Vorhofflimmern): z. B. Klasse I oder Klasse III Antiarrhythmika. **Cave**: Torsades-de-Pointes-Tachykardien. Überlegung zum Konzept der Rezidivprophylaxe („Rhythmuskontrolle“) mit spezifischen Antiarrhythmika oder der „Frequenzkontrolle“ mit Digitalis, Betablockern oder Kalziumantagonisten vom Verapamiltyp (S. 391). Beide Konzepte unterscheiden sich hinsichtlich einer Prognoseverbesserung nicht!
- ▶ **Vorhofflattern**:
 - *Definition*: Kreisende elektrische Erregung im Bereich der Vorhöfe mit einer Frequenz von 240–340/min. Die Kammererregung über den AV-Knoten erfolgt in ganzzahligen Verhältnissen zu den Flutterwellen; daraus resultiert eine maximale Kammerfrequenz von ≥ 240 /min bei 1:1-atrioventrikulärer Überleitung. Obwohl Vorhofflattern eine scheinbar geordnetere Rhythmusstörung als Vorhofflimmern darstellt, ist sie für den Patienten wegen der möglichen 1:1-Überleitung mit sehr schneller Kammerfrequenz gefährlicher.
 - *Vorgehen*:
 - Bei 1:1-Überleitung und hämodynamischer Beeinträchtigung sofortige Kardioversion in Kurznarkose (S. 192). Durchführung s. o. unter Vorhofflimmern.
 - Bei geringerem AV-Überleitungsverhältnis (2:1-Überleitung, 3:1-Überleitung etc.) Overdrive-Stimulation (S. 168). Hier ist die Kammerfrequenz geringer, deshalb hat man Zeit für den Versuch der Wiederherstellung des Sinusrhythmus oder zur Provokation des weniger gefährlichen Vorhofflimmerns.

13.1 Tachykarde Herzrhythmusstörungen

- ▶ **Hinweis:** Im Gegensatz zum Vorhofflimmern ist bei Vorhofflattern aufgrund der weiterhin erfolgenden Vorhofkontraktion *keine* vorherige Antikoagulation erforderlich!
- ▶ **Supraventrikuläre Tachykardien** (= regelmäßige Tachykardien mit einer Frequenz von > 100/min, die nicht den Ventrikeln entspringen; meistens sind die QRS-Komplexe schmal [breit bei schenkelblockartiger Überleitung oder vor bestehendem Schenkelblock!]): Nach Ausschöpfung vagaler Manöver und einem Versuch der „Überstimulation“ (Overdrive-Stimulation, möglich in Kliniken mit entsprechender Technik) elektrische Kardioversion („synchron“; Durchführung s. o. unter Vorhofflimmern).

Überstimulation (Overdrive-Stimulation)

- ▶ **Prinzip:** Beeinflussung der kreisenden Erregung bei Reentry-Tachykardien durch schnellere elektrische Stimulation über einen transvenös in den rechten Vorhof oder rechten Ventrikel eingeführten Elektroden-Katheter. Bei erfolgreicher Stimulation erfolgt nach Abschalten der Stimulation die nächste Herzaktion im Sinusrhythmus.
- ▶ **Indikationen** (nach Ausschöpfung der medikamentösen Therapie und bei hämodynamischer Stabilität):
 - Ventrikuläre Tachykardien (S. 408).
 - Supraventrikuläre Tachykardien (s. o.).
 - Vorhofflattern (s. o.).
- ▶ **Durchführung:**

I Immer Defibrillatorbereitschaft bei Überstimulation!

Bei jeder Form der Überstimulation immer Defibrillator bereitstellen (**Cave:** Mögliche Akzeleration der Rhythmusstörung → bei Kammerstimulation kann Kammerflimmern auftreten)!

- ▶ **Elektroden-Katheter** unter Röntgen-Durchleuchtung und EKG-Kontrolle im rechten Vorhof oder Ventrikel platzieren (s. u.).
- ▶ **Stimulation:** Frequenz 20–30/min über der Tachykardie-Frequenz wählen. Damit zunächst 10–15 Herzaktionen stimulieren, dann längere Stimulation bzw. Stimulation mit höherer Frequenz.
- ▶ Bei supraventrikulären Tachykardien (einschließlich Vorhofflattern) wird häufig Vorhofflimmern induziert. Auch die Induktion von Vorhofflimmern ist als Erfolg zu werten, da es die klinisch stabilere Rhythmusstörung darstellt. Es führt meistens zu geringeren Kammerfrequenzen und sistiert häufig spontan. Die sofortige Kardioversion bei resultierendem Vorhofflimmern ist nur bei hämodynamischer Beeinträchtigung erforderlich.

Katheterablation bei tachykarden Herzrhythmusstörungen

- ▶ **Prinzip:** Eliminierung arrhythmogener Areale durch lokale Gewebeerwärmung mit Hochfrequenzstrom-Energie.
- ▶ **Notfallindikation:** Anhaltende supraventrikuläre oder ventrikuläre regelmäßige monomorphe Tachykardien, die nach Ausschöpfung der medikamentösen Therapie auch durch externe Kardioversionsschocks nicht oder nicht dauerhaft terminierbar sind (sog. unaufhörliche [„incessant“] Tachykardie). Dann ist oft die notfallmäßige Verlegung des Patienten in ein entsprechendes Zentrum erforderlich. Diese Rhythmusstörungen sind sehr selten, werden meistens hämodynamisch gut toleriert und liegen vielfach bereits Tage oder Wochen vor!
- ▶ **Durchführung:**
 - Einbringen mehrerer diagnostischer Elektrodenkatheter und eines Ablationskatheters in rechten Vorhof, rechten Ventrikel, His-Bündel, Sinus coronarius und/

oder linken Vorhof, linken Ventrikel (abhängig von der zugrunde liegenden Rhythmusstörung). Die Anzahl der notwendigen Elektrodenkatheter richtet sich auch nach der geplanten Ablation.

- Identifikation und Lokalisation pathologischer Strukturen (Kathetermapping) durch moderne drei-dimensionale Mapping-Verfahren (z. B. Carto-System, Ensite-System, LocaLisa-System).
- Hochfrequenzstrom-Energieabgabe, temperaturgesteuert über jeweils 60 s. Auch Kryoverfahren („Cryo-Ballon“) kommen zum Einsatz (z. B. bei Pulmonalvenenisolation).

13.2 Bradykarde Herzrhythmusstörungen – Passagere Schrittmachertherapie

Passagere Schrittmachertherapie – Grundlagen

- ▶ **Prinzip:** Sichere Therapieform mit schneller Herstellung eines ausreichenden Herzzeitvolumens mittels temporärer (passagerer) Schrittmacherstimulation durch transvenöse intrakardiale, transösophageale oder transkutane Schrittmachersysteme.
- ▶ **Voraussetzungen:**
 - Immer klare Konzeption und vorsichtige Handhabung notwendig.
 - Stetige Überwachung und sorgfältige Fixierung von Elektrodensystem und Impulsgenerator.
 - Strenge Indikationsstellung (s. u.).
 - Aufklärung des Patienten über Art der Implantation, geplantes Vorgehen und Komplikationen (Dokumentation, Unterschrift von Arzt und Patient, Datum!).
- ▶ **Vorgehen:**
 - *Transvenöse Schrittmachertherapie:* Einführbesteck (5 oder 6 French Schleuse), Elektrodenkatheter (2-polig), Schrittmachergenerator, Durchleuchtungsmöglichkeit („C-Bogen“), Lokalanästhetikum, sterile Handschuhe, sterile Abdecktücher, Desinfektionslösung, Spritzen, Verbandmaterial, Tupfer.
 - *Transösophageale Schrittmachertherapie:* Schrittmachermodul (in den meisten Defibrillatoren enthalten), Schrittmacherkabel, Stimulationselektroden.
 - *Transkutane Schrittmachertherapie:* Schrittmacherelektroden (Flächenelektroden), Schrittmachergenerator.

Passagere Schrittmachertherapie – Indikationen

- ▶ **Gegebene Indikationen:**
 - Akuter Myokardinfarkt mit AV-Block II°, Typ Mobitz, oder AV-Block III°, alternierender Faszikelblock, progredienter bifaszikulärer Block.
 - Überbrückung bei symptomatischen bradykarden Rhythmusstörungen bis zur Implantation eines permanenten Schrittmachersystems.
 - Terminierung paroxysmaler Tachykardien.
 - Während der Behandlung einer Septikämie (z. B. bei Sepsis, nach Aggregat- und/oder Sondenexplantation bei Systeminfektion eines stimulationsabhängigen Patienten).
 - Endo- oder Myokarditis (z. B. Lyme-Borreliose).
 - Akute Intoxikationen mit konsekutiven Bradyarrhythmien.
 - Nach kardiochirurgischen Eingriffen.
 - Akute Notfälle unklarer Ursache mit Asystolien oder Atropin-refraktärer symptomatischer Bradykardie.
- ▶ **Prophylaktische Indikation (nur in begründeten und seltenen Ausnahmen):**
 - Überbrückung bei erwarteten präautomatischen Pausen (z. B. vor Elektrokardioversion bei unklarer Sinusknotenautomatiefunktion).

13.2 Bradykarde Herzrhythmusstörungen

- Während Behandlung mit bradykardisierenden Medikamenten bei vorbestehender kritischer Bradykardie.
- Suppression von Torsades-de-pointes-Tachykardien.
- Einschwemm-katheter-Untersuchung mit vorbestehendem Linksschenkelblock.
- Aggregatwechsel bei schrittmacherabhängigen Patienten.
- Während chirurgischer Eingriffe mit vagaler Reizung bei vorbekannten latenten Automatie- und Leitungsstörungen.
- Unterdrückung von idioventrikulären Rhythmen und Reperfusionssarrhythmien.
- ▶ **Diagnostische Indikation zur passageren Elektrostimulation:**
 - Elektrophysiologische Untersuchungen.
 - Hämodynamische Untersuchung eines Herzschrittmachers mit hämodynamischer Indikation (hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie, biventrikuläre Stimulation).

Passagere Schrittmachertherapie – Vorgehen

- ▶ **Allgemein:** Die Wahl des therapeutischen Vorgehens richtet sich nach den vorhandenen Möglichkeiten (Ausstattung), der Erfahrung des Arztes und der Dringlichkeit (z. B. bei AV-Block III° mit Präsynkope oder Synkope → primär transkutane Schrittmacherstimulation so schnell wie möglich → später „in Ruhe“ Platzierung eines temporären transvenösen Schrittmachersystems nach Stabilisierung der hämodynamischen Situation).
- ▶ **Transvenöse Schrittmachertherapie** (zur Überbrückung bis zur Implantation eines permanenten Schrittmachers bei passageren Bradykardien [z. B. Intoxikationen, Hinterwandinfarkt] bzw. perioperativ):
 - Aufklärung des Patienten und Orientierung über das geplante Vorgehen.
 - Einbringen einer 5- oder 6-French Schleuse nach Lokalanästhesie s. c. (z. B. Lidocain 2–4%, Mepivacain 0,5–1%) in V. basilica, V. jugularis, V. subclavia oder V. cephalica.
 - Unter EKG-Monitoring und Röntgen-Durchleuchtung vorsichtiges Verschieben eines 2-poligen Elektrodenkatheters in die Spitze des rechten Ventrikels (bei „ruppiger“ Technik Gefahr der Ventrikelperforation mit Perikardtamponade!).
 - Anschluss der Elektroden an einen Impulsgenerator.
 - Einstellung des Generators (Reizstrom ca. 10–15 mA, Frequenz ca. 70–80/min).
 - Sichere Fixierung von Elektrodenkatheter und Impulsgenerator.
 - Kontroll-Röntgen-Aufnahme.
 - Kontroll-EKG (regelrechte Schrittmacher-Spikes?).
- ▶ **Transösophageale Schrittmachertherapie:**
 - ☑ **Achtung:** Die transösophageale Stimulation ist nur bei erhaltener AV-Überleitung sinnvoll, da eine Stimulation des rechten Ventrikels nicht möglich ist.
 - Verschieben der Schrittmacherelektrode in den Ösophagus bis in Vorhofnähe (ca. 30–40 cm von der Zahnreihe entfernt).
 - Nachweis deutlicher Vorhof- und Kammeraktionen im transösophagealen EKG.
 - Anschluss an Schrittmachergenerator.
 - Kontroll-EKG.
 - Fixation der Elektrode.
- ▶ **Transkutane Schrittmachertherapie – externe Stimulation** bei sofortiger Verfügbarkeit v. a. zur Überbrückung bei passageren Bradykardien bzw. bis zum Legen eines transvenösen passageren Schrittmachers.
 - Platzierung selbstklebender Flächenelektroden (Abb. 13.1).
 - Schrittweise Erhöhung der Stromstärke (40–200 mA) bis sichtbarer elektrischer Impuls vorhanden, der von Kammeraktion beantwortet wird (Impulsbreite 20–40 ms, Frequenz ca. 70–80/min). Erfolgskontrolle durch palpablen Puls!
 - Sichere Fixierung von Flächenelektroden und Impulsgenerator.
 - Kontroll-EKG (Nachweis regelrechter Schrittmacher-Spikes).

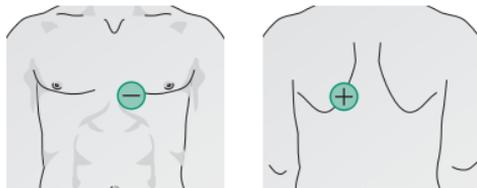


Abb. 13.1 • Elektrodenposition bei externer transkutaner Schrittmacherstimulation (aus Hahn J.-M., Checkliste Innere Medizin, Thieme 2013).



Schmerztherapie und Sedierung bei transkutaner Schrittmachertherapie:

Die Stimulation ist sehr schmerzhaft wegen gleichzeitiger Reizung der Muskulatur. Daher:

- ▶ Analgesie mit **Morphin (5–10 mg i. v.)**.
- ▶ Bei unruhigen Patienten Sedierung mit **Diazepam (5–10 mg i. v.)**.

Passagere Schrittmachertherapie – Komplikationen

- ▶ **Häufigkeit:** Bei vorsichtigem Vorgehen insgesamt selten. Dennoch: Aufklärung über mögliche Komplikationen und deren Handhabung ist zwingend erforderlich (Unterschrift von Arzt und Patient, Dokumentation! Datum!).
- ▶ **Transvenöse Schrittmachertherapie:**
 - Perforation der zum Herzen zuführenden Vene (unvorsichtiges oder ruppiges Vorschieben des Elektrodenkatheters).
 - Perforation des rechten Ventrikels mit/ohne Perikardtamponade.
 - Bei Blutdruckabfall und/oder Dyspnoe des Patienten sofort Echokardiografie zum Ausschluss einer Perikardtamponade durchführen!
 - Sofortige Durchführung einer Röntgen-Thorax-Aufnahme zum Ausschluss eines Pneumothorax bei instabiler klinischer Situation (z. B. plötzliche Dyspnoe).
 - Kammerflimmern, Kammertachykardie.
 - Zwerchfellzuckungen.
 - Elektrodendislokation.
 - Thrombophlebitis.
- ▶ **Transösophageale Schrittmachertherapie:**
 - Verletzungen in Mund und Pharynx.
 - Ruptur des Ösophagus (Perforation bei Vorschieben der Elektrode).
 - Vorhofflimmern.
- ▶ **Transkutane Schrittmachertherapie:**
 - Zusätzliche Hautreizungen.
 - Dislokation der Flächenelektroden mit unzureichender Stimulation.

14 Notfälle nach Defibrillator-Implantation

H.-J. Trappe

14.1 Notfälle nach Defibrillator-Implantation

Grundlagen

- ▶ **Definition:** Fehlfunktionen oder Komplikationen nach Implantation eines automatischen Defibrillators (ICD), bedingt durch Störungen von Generator und/oder Elektroden-system. Dadurch möglicherweise unzureichende, fehlerhafte oder fehlende Erkennung von ventrikulären Tachyarrhythmien und/oder inadäquate Schockabgabe mit möglicher Gefährdung von Patienten.
- ▶ **Ätiologie:** Häufigste durch das ICD-System bedingte Ursachen für Notfallsituationen des Defibrillator-Patienten sind:
 - Infektionen (Inzidenz ca. < 1–7 %).
 - Hämatome (Inzidenz ca. < 1–5 %).
 - Nahtdehiszenzen (Inzidenz ca. 1 %).
 - Komplikationen des Elektroden-systems (Inzidenz ca. 5–10 %).
 - Inadäquate ICD-Entladungen (Inzidenz ca. 10–40 %).
- ▶ **Hinweis:** Alle Defibrillator-Patienten sollten darüber informiert sein, dass bei Auffälligkeiten im Bereich der Defibrillator-tasche (Rötung, Schwellung, Absonderung von Sekreten, Dehiszenz der Wundränder) oder bei klinisch auffälligen Befunden (Fieber, Luftnot, ICD-Entladungen) sofort mit den betreuenden Ärzten Kontakt aufgenommen werden muss. Ein Zuwarten ist falsch und kann zu schweren Komplikationen führen!

Klinik

- ▶ Entladungen mit hämodynamischer Beeinträchtigung (Schwindel, Präsynkopen, Synkopen).
- ▶ Entladungen ohne hämodynamische Beeinträchtigung.
- ▶ Provozierbarkeit von ICD-Entladungen durch Armbewegungen, Lagewechsel.
- ▶ Tachyarrhythmien mit Bewusstlosigkeit ohne ICD-Therapie.
- ▶ Fehlerhafte (inadäquate) ICD-Therapien.
- ▶ Zeichen einer Infektion (Fieber, Rötung, Schwellung im Bereich der Defibrillator-tasche).
- ▶ Auffälliger Lokalbefund (offene, nässende Wunde, Zeichen einer Aggregat-perforation durch die Haut hinweg).

Diagnostik

- ▶ **Inspektion, klinische Befunde:**
 - Blutdruck, synkopaler Patient? Fieber + Tachykardie (häufig bei Infektionen)?
 - Auffälligkeiten im Bereich der Generator-tasche und/oder einer subkutan implantierten Flächenelektrode (Schwellung, Rötung, Pulsation?).
 - Bei Fehlfunktionen des Elektroden-systems (Bruch, Isolationsdefekt): „Zuckungen“ an der Elektrodeninsertionsstelle?
 - Konsekutive häufige ICD-Entladungen ohne Bewusstseinsstörung?
 - Klaffen von Wundrändern über eine Distanz > 0,5 cm mit sichtbarem Defibrillator-gehäuse?
- ▶ **Allgemeine technische Untersuchungen:**
 - **Labor** (Infektion?): Blutbild, Differenzialblutbild, CRP, BKS, Blutkulturen.
 - **Röntgen-Thorax:** Elektrodenlage, Elektrodenverlauf?
 - **Röntgen-Abdomen:** Generatorlage bei abdominaler Implantation, Elektrodenverlauf? Generatoranlage bei thorakaler Implantation, Elektrodenverlauf?

- **Abdomen-Sonografie:** Flüssigkeitsansammlungen, Hämatomausdehnung? (früher bei abdominalen implantierten Generatoren).
- **Doppler-Sonografie im Bereich der Aggregattasche:** Flüssigkeitsansammlungen, Hämatomausdehnung?
- **Computertomografie:** Flüssigkeitsansammlungen, Abszessbildung im Bereich von Generator/Elektrodensystem (besonders bei epikardialen Systemen)?
- ▶ **Spezielle technische Untersuchungen:**
 - Analyse des Defibrillatorausweises (implantierter ICD-Typ, Elektrodensystem).
 - Telemetrische Abfrage des ICD-Systems (Beurteilung erfolgter Entladungen).
 - Analyse gespeicherter Elektrogramme (Art, Form, Morphologie).
 - Beurteilung von Effektivität oder Ineffektivität antitachykarder Stimulation.
 - Beurteilung von Effektivität oder Ineffektivität von ICD-Entladungen.
 - Erfassung von Störsignalen (besonders bei „Elektrodenproblemen“).

Therapie

▶ Infektionen:

- **Bei lokaler Rötung im Bereich von Generatortasche und/oder Elektrodensystem:** Keine Punktion im Lokalbereich!, antibiotische Therapie (i. v. nach Antibio-gramm), Kühlung im Bereich des Infektionsherdes, engmaschige Beobachtung (Klinik, Leukozyten, CRP, Lokalbefund).
- **Bei florider Infektion:**
 - Explantation von Generator und Elektrodensystem.
 - I. v.-Antibiose: kalkuliert, z. B. Flucloxacillin (S. 282), dann nach Antibio-gramm.
 - Re-ICD-Implantation nach 4–6 Wochen,
 - Adäquate Überwachung – Telemetrie (S. 42) – in der Zeit zwischen Explantation und Neuimplantation.

▶ Hämatome (das therapeutische Vorgehen ist abhängig von Ausdehnung des Hämatoms und lokalen Befunden):

- **Lokale Maßnahmen:** Elastische Binde, Auflegen eines Sandsacks.
- **Operative Revision:** Ausräumung bei prall-elastischer Spannung.
- ▶ **Achtung:** Keine Punktionen im Hämatombereich → Gefahr von Kontamination und Sekundärinfektion!

▶ Nahtdehiszenz (häufig relativ früh postoperativ, v. a. nach Entfernung der Fäden → Gefahr durch Risiko der Kontamination und Sekundärinfektion): Sofortige operative Revision mit Sekundärnaht und Revision der Generatortasche!

▶ Komplikationen des Elektrodensystems:

- **Manifestationen:** Fehlfunktionen von Wahrnehmung und Terminierung ventrikulärer Tachyarrhythmien → umgehende Therapie notwendig!
- **Therapie = operative Revision:**
 - Neuplatzierung der *alten* Elektrode bei Dislokationen.
 - Implantation einer *neuen* Elektrode bei Elektrodenbrüchen, Isolationsdefekten.
 - Neue Konnektion von Generator und Elektrode bei fehlerhafter Steckverbindung zwischen Generator und Elektrode.

▶ Inadäquate Entladungen:

- Zur Diagnostik und Therapie siehe Stufenschema Abb. 14.1.
- **Störungen des Elektrodensystems:**
 - Überwachung des Patienten (Telemetrie, Intensivstation).
 - Operative Revision mit Neuplatzierung/Neuimplantation eines Elektrodensystems.
- **Supraventrikuläre Tachyarrhythmien:** Bei sehr häufigen inadäquaten ICD-Entladungen durch supraventrikuläre Tachyarrhythmien (Vorhofflimmern, Vorhofflattern, Sinustachykardien, AV-Knoten-Reentry-Tachykardien) kann eine vorübergehende Inaktivierung des ICD-Systems notwendig sein (Tab. 14.1). Therapiekonzepte:
 - Medikamentös: 1. Digitalis (Digoxin 0,5 mg i. v.), 2. *oder/und:* Verapamil (5–10 mg i. v.), 3. *oder/und:* β -Blocker (Optionen): a) Propranolol 1–5 mg i. v., Dauertherapie

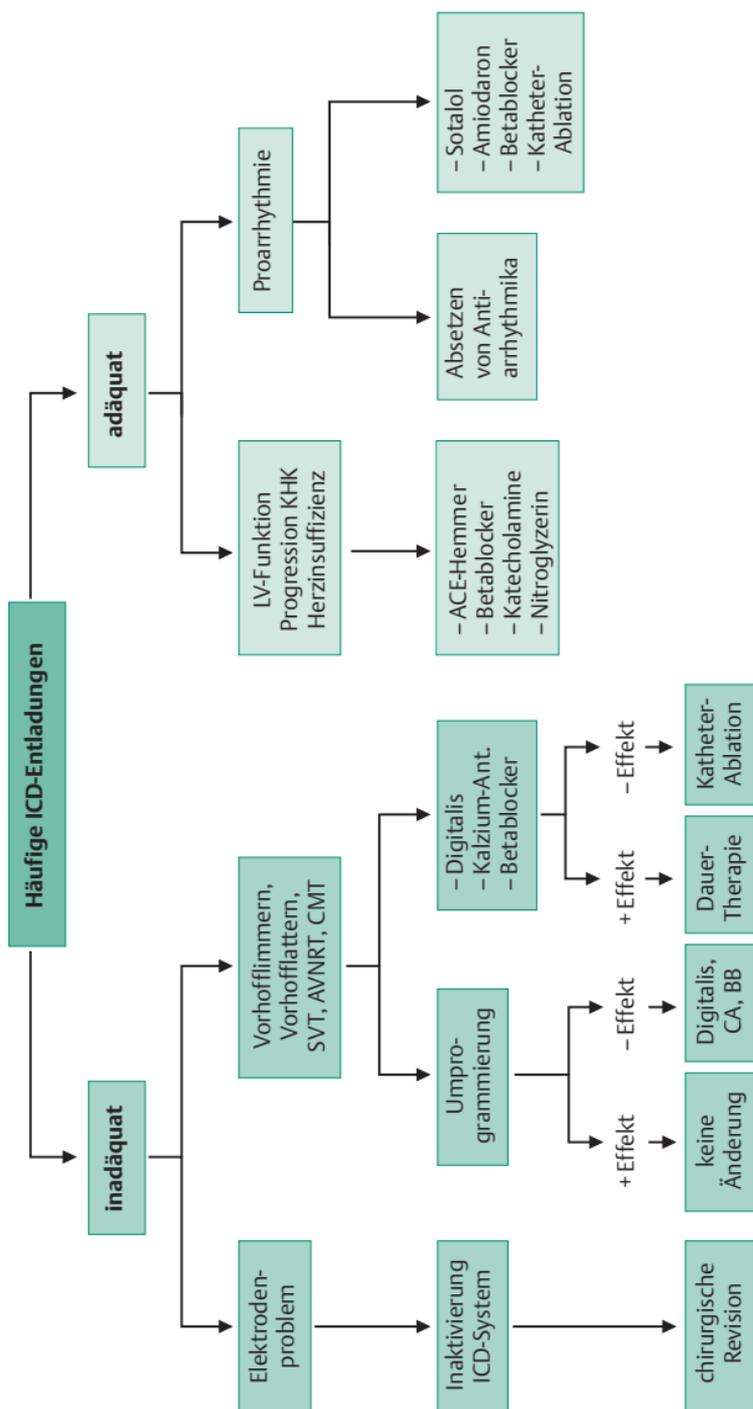


Abb. 14.1 • Algorithmus zum Vorgehen bei häufigen ICD-Entladungen. += positiv, -= negativ, CA = Kalzium-Antagonisten, BB = Betablocker, SVT = Supraventrikuläre Tachykardien, AVNRT = AV-Knoten-Reentry-Tachykardien, CMT = „circus movement“-Tachykardien.

10–120 mg p.o./Tag, b) Esmolol 0,5 mg/kg KG i.v. über 1 min, Dauerinfusion 0,05–0,2 mg/kg KG/min i.v.

- Umprogrammierung des Defibrillators: Interventionsfrequenz erhöhen; spezielle Detektionskriterien programmieren (z. B. „sudden onset“; „rate stability“; „templates“).
- Katheterablation mit Unterbrechung der atrioventrikulären Überleitung („His-Ablation“) bei anderweitig nicht beeinflussbaren supraventrikulären Tachyarrhythmien (S.400).

Tab. 14.1 • Maßnahmen zur Inaktivierung und Aktivierung von ICD-Systemen.

Hersteller	Inaktivierung	Aktivierung
alle ICD-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • temporäre Inhibierung durch Magnetauflage • inaktiv für Dauer der Magnetauflage 	Entfernung des Magneten
<i>spezielle Charakteristika bei ICD-Systemen folgender Hersteller:</i>		
Biotronik	Funktion kann bei allen Geräten auf „Aus“ programmiert werden	
Boston Scientific	Funktion kann bei allen Geräten auf „Aus“ programmiert werden	Funktionskontrolle erforderlich
Medtronic	Funktion kann bei allen Geräten auf „Aus“ programmiert werden	
St. Jude	Funktion kann bei allen Geräten auf „Aus“ programmiert werden	

- ▶ **Häufige adäquate Entladungen:** Besonders im Endstadium einer Herzerkrankung und/oder bei linksventrikulärer Dekompensation. Oft bedingt durch Progression der Grundkrankheit und/oder weitere Einschränkung einer in der Regel schon initial erniedrigten linksventrikulären Pumpfunktion. Bei sehr häufigen adäquaten Entladungen kann eine zeitweise Inaktivierung des ICD-Systems notwendig werden (Tab. 14.1). Behandlungskonzepte:
 - *Herzinsuffizienztherapie:* ACE-Hemmer, β -Blocker, Nitrate, Katecholamine.
 - *Additive spezifisch antiarrhythmische Therapie mit Sotalol oder Amiodaron* (spezi-fische Antiarrhythmika haben jedoch in ca. 2–4% eine proarrhythmische Wirkung; bei Amiodaron Erhöhung der Defibrillationsschwelle).
 - *Umprogrammierung* des ICD-Systems (s. o.).
 - *Katheterablation* (bei sehr häufigen Kammertachykardien) von Kammertachykardien (S.400).
 - Herztransplantation.
- ▶ **Fehlende Defibrillatorfunktion:**
 - *Klinik:* Reanimationspflichtiger Patient mit Zeichen einer tachykarden Rhythmusstörung (Herzfrequenz > 100/min, Hypotonie etc.), ohne dass das Defibrillatorsystem „reagiert“.
 - *Therapie* (richtet sich vor allem nach der hämodynamischen Situation):
 - Herz-Kreislauf-Reanimation (S. 153).
 - Externe Kardioversion (S. 166), Defibrillation (S. 156).
 - Nach erfolgreicher Behandlung umgehende Abfrage des ICD-Systems.
 - Klärung der Ursache: Warum hat das ICD-System versagt?, Ursachen (S. 172).