



BÄK-Curriculum

Praxis der Herzschrittmachertherapie

In der Fassung vom 09.12.2021

Berlin, 09.12.2021

3. Auflage 2021

© Bundesärztekammer, Arbeitsgemeinschaft der deutschen Ärztekammern.

Das vorliegende BÄK-Curriculum wurde vom Vorstand der Bundesärztekammer (Wahlperiode 2019/2023) am 09.12.2021 beschlossen.

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

Das vorliegende Curriculum ist in Zusammenarbeit mit folgenden Organisationen/Experten erarbeitet worden:

- D. Böcker, Klinik für Kardiologie, St Marien-Hospital Hamm, Hamm
- P. Sommer, Klinik für Elektrophysiologie und Rhythmologie. Herz- und Diabeteszentrum NRW, Bad Oeynhausen
- C. Hansen, Herz- und Gefäßzentrum am Krankenhaus Neu-Bethlehem, Göttingen
- C. Israel, Klinik für Innere Medizin – Kardiologie, Diabetologie & Nephrologie, Evangelisches Klinikum Bethel, Bielefeld, Deutschland
- B. Lemke, Märkische Kliniken GmbH, Klinik für Kardiologie und Angiologie, Klinikum Lüdenscheid, Lüdenscheid, Germany
- J. Vogler, Medizinische Klinik II / Kardiologie, Sektion Elektrophysiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Lübeck
- L. Eckardt, Klinik für Kardiologie II – Rhythmologie, Universitätsklinikum Münster, Münster

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Vorbemerkungen und Zielsetzungen | 4 |
| 2 | Konzeption und Durchführung | 5 |
| 2.1. | Kursstruktur | 5 |
| 2.2. | Laufzeit der Fortbildung | 5 |
| 2.3. | Empfehlungen zur ärztlichen Fortbildung der Bundesärztekammer | 5 |
| 2.4. | Empfehlungen zu didaktischen Methoden | 5 |
| 2.5. | Rahmenbedingungen für Lernszenarien | 5 |
| 2.6. | Qualifikation des Wissenschaftlichen Leiters | 6 |
| 2.7. | Qualifikation der beteiligten Referenten | 6 |
| 2.8. | Durchführung der Fortbildungsmaßnahme als "Fortbildungscurriculum der Bundesärztekammer" | 6 |
| 2.9. | Anwesenheit | 6 |
| 2.10. | Materialien und Literaturhinweise | 6 |
| 2.11. | Lernerfolgskontrolle | 6 |
| 2.12. | Evaluation | 6 |
| 2.13. | Fortbildungspunkte | 7 |
| 2.14. | Ausstellung der Teilnahmebescheinigung | 7 |
| 3 | Aufbau und Umfang | 8 |
| 4 | Inhalte und Struktur | 9 |
| 4.1 | Modul I – Grundlagen (8 UE) | 9 |
| 4.2 | Modul II – Stimulationsformen (6 UE) | 13 |
| 4.3 | Modul III – Schrittmacherfehlfunktionen (4 UE) | 15 |
| 4.4 | Modul IV – Programierung und Nachsorge (8 UE) | 17 |
| 4.5 | Modul V – Praktische Übungen und Fallbeispiele (6 UE) | 20 |
| 4.6 | Modul VI – Lernerfolgskontrolle (2 UE) | 21 |

1 Vorbemerkungen und Zielsetzungen

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 Herzschrittmachern anwenden, neben fundierten Kenntnissen in der Rhythmologie auch grundlegende technische Kenntnisse erwerben müssen.

Das vorliegende Curriculum „Praxis der Herzschrittmachertherapie“ 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 Herzschrittmachertherapie darstellen.

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.

2 Konzeption und Durchführung

2.1 Kursstruktur

Der Kurs gliedert sich in sechs Module und umfasst insgesamt 36 Unterrichtseinheiten (UE).

In den Modulen I bis IV werden umfassende theoretische Lerninhalte zur Herzschrittmachertherapie vermittelt, Modul V besteht aus einem praktischen Teil und Modul VI 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 geografisch-realen 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 Referententätigkeit und der Anwendung didaktischer Methoden verfügen.

2.7 Qualifikation der 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 "Fortbildungscurriculum der Bundesärztkammer"

Die Durchführung der Fortbildungsmaßnahme als "Fortbildungscurriculum der Bundesärztekammer" 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 Fortbildungscurriculum der BÄK anerkannt, so dass die Teilnehmer entsprechende Angebote bundesweit wahrnehmen können.

2.9 Anwesenheit

Die persönliche Anwesenheit der Kursteilnehmer an den Präsenzveranstaltungen ist unerlässlich und wird mittels Anwesenheitslisten nachgewiesen und mittels Stichproben überprüft. Die Teilnahme an 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

Eine Lernerfolgskontrolle kann nach Beendigung eines Moduls oder bei Abschluss des gesamten Curriculums erfolgen. Die Lernerfolgskontrolle kann in schriftlicher oder mündlicher Form, z. B. als Fragentest, Projektarbeit, Kolloquium, Referat/Präsentation, Fallbeschreibung durchgeführt werden.

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 Fortbildungscurriculum bzw. über die Teilnahme an einzelnen Modulen aus. Sofern die landesrechtlichen Vorgaben dies gestatten, sind die Fortbildungscurricula der BÄK anzeigefähig und die Ärztekammer kann ein Kammerzertifikat über die erworbene Qualifikation ausstellen.

3 Aufbau und Umfang

| „Praxis der Herzschrittmachertherapie“ | | 36 UE |
|--|--|--------------|
| Modul I | Grundlagen Historischer Abriss, Schrittmachertypen und Kodierung, Medikamentöse Therapie bradykarder Herzrhythmusstörungen, Pathophysiologie/ Diagnostik/ Differenzialdiagnose, Indikation zur permanenten und passageren Stimulation, zur Kardioverter/ Defibrillatortherapie und zur Resynchronisationstherapie, Grundlagen der Elektrostimulation, Gesetzliche Bestimmungen, Technik der Schrittmacherimplantation und Komplikationen | 8 UE |
| Modul II | Stimulationsformen Frequenzadaptive Stimulation, Hämodynamik der Schrittmacherstimulation, Systemauswahl, Zeitsteuerung von Herzschrittmachern | 6 UE |
| Modul III | Schrittmacherfehlfunktion Schrittmacherfehlfunktionen, Störbeeinflussung von Herzschrittmachern, Schrittmacherbeteiligte Tachykardien | 4 UE |
| Modul IV | Programmierung und Nachsorge Diagnostische Schrittmacherfunktionen, Schrittmacher-EKG-Analyse, Nachsorge, Programmierung | 10 UE |
| Modul V | Praktische Übungen und Fallbeispiele | 6 UE |
| Modul VI - Lernerfolgskontrolle – Multiple-Choice-Test mit mindestens 30 Fragen | | 2 UE |

1 Unterrichtseinheit (UE) = 45 Min.

4 Inhalte und Struktur

4.1 Modul I – Grundlagen (8 UE)

Kompetenzziel:

Die Teilnehmer haben Kenntnisse in den Grundlagen der Herzschrittmachertherapie erworben. Dies umfasst u. a. pathophysiologische Grundlagen und alternative Therapien bradykarder Herzrhythmusstörungen. Kenntnisse zu den Grundlagen der Indikationen der Herzschrittmachertherapie sowie zu Schrittmachertypen und -kodierung und Kenntnisse in der Technik der Schrittmacherimplantation und möglicher Komplikationen sind erworben. Außerdem kennen Teilnehmer die gesetzlichen Bestimmungen zur Herzschrittmachertherapie und die Abgrenzung zur Kardioverter/Defibrillator- und Resynchronisationstherapie.

Lerninhalte:

Historischer Abriss

- Darstellung technologischer Trends bei Schrittmacheraggregaten und in der Sondentechnologie

Schrittmachertypen und Kodierung

- Darstellung der Kodierungen: VVI, AAI, DDD, DDI, VDD, VAT, SSI, SST, ggf. in Kombination mit Frequenzadaptation (xxxR) und kardialer Resynchronisation (CRT-P, CRT-D)
- Darstellung der unterschiedlichen Bedeutung der Kodebenutzung:
 - Bezeichnung des Aggregattyps, des programmierten Stimulationsmodus, des augenblicklichen Stimulationsbetriebs anhand des Oberflächen-EKGs eines bestimmten Schrittmachergesamtsystems

Medikamentöse Therapie bradykarder Herzrhythmusstörungen

- Medikamentöse Therapie in der Akut-/Notfalltherapie
- Besonderheiten bei der antiarrhythmischen Begleittherapie nach Schrittmacherimplantation

Pathophysiologie/Diagnostik/ Differentialdiagnose

- Klassifikation bradykarder Rhythmusstörungen basierend auf klinischer Symptomatik und EKG-Befund
 - Persistierende und intermittierende Bradykardien
 - EKG-dokumentierte und vermutete Bradykardien
 - Intrinsische und extrinsische Bradykardien
- Sinusknotensyndrom (SKS)
 - Definition der Unterformen (Persistierende Sinusbradykardie, Tachykardie-Bradykardie-Syndrom, intermittierender SA-Block/ Sinusarrest, Chronotrope Inkompetenz)
 - Klinische Symptome und Diagnostik

- AV-Blockierungen (AVB), Schenkelblockierungen, Bradyarrhythmia absoluta (BAA)
 - Definition der atrioventrikulären Leitungsstörungen (AV-Block I. Grades; AV-Block II. Grades, Mobitz-Typ 1 (Wenckebach) und Mobitz Typ 2; 2:1 AV-Block; AV-Block III. Grades)
 - Physiologie und Pathophysiologie der AV-Überleitung sowie ihrer autonomen Steuerung (Paroxysmaler AV-Block (z. B. Phase IV Block); Idiopathischer AV-Block)
 - Klinische Symptomatik und Diagnostik [u. a. EKG, Langzeit-EKG, Belastungs-EKG, implantierbarer Looprekorder (ILR), Stellenwert einer invasiven elektrophysiologischen Untersuchung], Adjustierung der Dauer des Monitorings an die Häufigkeit der Symptomatik, Assoziation der Symptomatik mit der Art der Bradykardie (paroxysmal oder persistierend)
- Synkopen
 - Definition, Pathophysiologie, Differentialdiagnosen der Synkope im Kontext des TLOC („transient loss of consciousness“)
 - Neurokardiale Synkope
 - Karotissinus-Syndrom
 - Diagnostik und Therapie (u. a. nichtinvasive Diagnostik, Kipptisch-Untersuchung, Indikationen zur elektrophysiologischen Untersuchung)
- Herzinsuffizienz
 - Bedeutung, Pathophysiologie und Therapie (vgl. Sachkunde CRT der DGK)

Indikation zur permanenten und passageren Stimulation, zur ICD- und Resynchronisationstherapie

- Indikation zur passageren Stimulation
 - z. B. bei medikamentös induzierter oder im Rahmen eines akuten Myokardinfarktes auftretender Bradykardie, postoperativ nach Herzoperationen, TAVI, nach AV-Knoten-Ablation, perioperativ bei extrakardialen Operationen sowie anderen extrakardialen Erkrankungen (z. B. Hirnödem bei Schädel-Hirn-Trauma)
- Indikationen zur permanenten Stimulation
 - Indikationsbezogene Schrittmacher-Therapie bei persistierenden und intermittierenden Bradykardien
 - Berücksichtigung der Indikationen zur kardialen Resynchronisations- und Defibrillatortherapie (u.a. DGK-Sachkunde ICD-Therapie)

Grundlagen der Elektrostimulation

- Wichtige physikalische Größen und Gesetze sowie deren Herleitung (Spannung, Strom, Impedanz, Ladung, Energie, Ohmsches-Gesetz etc.)
- Darstellung unterschiedlicher Batterietechniken und -charakteristika
- Austauschzeitpunkt/-kriterien (BOS, IRI, ERI, EOS)
- Komponenten, Materialien und Aufbau verschiedener Stimulationselektroden und Darstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile/Risiken
- Unterschiede unipolarer/bipolarer Stimulation und Wahrnehmung
- Unterschiede anodaler/kathodaler Stimulation
- Bedeutung der einzelnen Komponenten der Schnittstelle Elektrode/Myokard für die Stimulation (Ladungsverbrauch) und Wahrnehmung sowie Erörterung verschiedener Konzepte zur Optimierung des Stimulationssystems

- Grundgesetz der Elektrostimulation: Definition und Darstellung der Bedeutung von Chronaxie und Rheobase, Berechnung des Ladungs-/Energieverbrauchs, Bestimmung einer ausreichenden Sicherheitsschwelle mit der Chronaxie-Rheobase-Kurve
- Berechnung des Gesamtladungsverbrauchs und der Laufzeit

Technik der Schrittmacherimplantation und Komplikationen

- Operationsvorbereitung
 - Patientenaufklärung über
 - anästhesiologische, intra-, peri- und postoperative Risiken
 - Notwendigkeit regelmäßiger Nachkontrollen
 - mögliche SM-Fehlfunktionen und Störbeeinflussungen
 - evtl. berufliche und private (z. B. Sport) Einschränkungen
 - Wahl des Narkoseverfahrens
 - Wahl des Implantationsortes:
 - Zugang von rechts/links pektoral/abdominal/transfemoral unter Beachtung von Beruf und Gewohnheiten des Patienten sowie von Begleiterkrankungen
- Implantationstechnik
 - Zugang: über V. cephalica, Punktion von V. subclavia oder V. axillaris, epikardial
 - Sondenauswahl
 - Sondenplatzierung: Vorgehen, Lagekontrolle, Fehlpositionierungen und ihre Erkennung
 - Besonderheiten bei der Platzierung von Elektroden an alternativen atrialen (Bachmann-Bündel, Koch-Dreieck) bzw. ventrikulären Positionen (RV-Ausflusstrakt, interventrikuläres Septum)
 - His-Bündel/Linksschenkel-Stimulation (Prinzip, Studienlage und Indikationen)
 - Kabellose Schrittmacher (Prinzip, Studienlage und Indikationen)
 - Besonderheiten der Schrittmacherimplantation im Kindesalter bei EMAH-Patienten
 - Tasche: Präparation, Fixierung von Sonde und Aggregat, ggf. lokale Antisepsis
 - Messwerte intraoperativ: Reizschwelle, intrinsische Signalamplitude, „slew-rate“, Stimulationsimpedanz
 - Prüfung der Fremdstimulation atrial/ventrikulär
 - Besonderheiten bei Batteriewechsel: Messungen, Eigenrhythmus, unipolare Stimulation
- Komplikationen
 - Darstellung typischer Komplikationen mit Empfehlungen zur Vorbeugung und Behandlung
 - Intraoperativ:
 - Asystolie, Kammerflimmern, Vorhofflimmern
 - Myokardperforation, -penetration
 - Pneumothorax, Hämatothorax, Luftembolie
 - Ungewollte linkskardiale Implantation
 - Peri-/postoperativ
 - Taschenhämatom
 - Primäre, sekundäre Taschen- und Elektrodeninfektion (Diagnostik und Therapie)

- Primäre und sekundäre Infektion des gesamten Schrittmachersystems: Diagnostik, Therapie
- Stimulation von Zwerchfell oder Pektoralismuskulatur
- Venenthrombose
- Sondendislokation (Mikro-, Makrodislokation, Twiddler-Syndrom)
- Spezielle Komplikationen bei linksventrikulären Elektroden oder bei kabellosen Systemen

Gesetzliche Bestimmungen

- Übersicht gesetzlicher Vorschriften und Empfehlungen der Fachgesellschaft [u. a. Medizinproduktegesetz (MPG), Röntgenverordnung (RöV), Richtlinien für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, Sachkunde]
- Meldung von Vorkommnissen
- Fahrerlaubnis beruflich/privat

4.2 Modul II – Stimulationsformen (6 UE)

Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die unterschiedlichen Stimulationsformen und die Grundlagen und Möglichkeiten der Programmierung. Dies umfasst die korrekte individuelle Systemauswahl und beinhaltet u. a. frequenzadaptive Stimulation, aber auch Aspekte der Hämodynamik bei unterschiedlichen Schrittmacher-Systemen.

Lerninhalte:

Frequenzadaptive Stimulation

- Charakteristika und Besonderheiten der verfügbaren Sensoren mit Darstellung der möglichen Vor-/Nachteile und Fehlfunktionen (Bewegungs-, Atemminutenvolumen-Sensoren)
- Problematik der hämodynamischen Optimierung der frequenzadaptiven Stimulation

Hämodynamik der Schrittmacherstimulation

- Bedeutung der Vorhofkontraktion für ein optimales Schlagvolumen
- Darstellung der Bedeutung eines optimalen AV-Intervalls bei DDD-Stimulation (Bestimmung des optimalen AV-Intervalls)
- Bedeutung des Herzfrequenzanstieges für das Verhalten des Herzminutenvolumens unter Belastung bei RV- und biventrikulärer Stimulation
- Definition und Formen des Schrittmachersyndroms
- Bedeutung der vorhofbeteiligenden Stimulation (u. a. Schrittmacher-Syndrom, Belastungsfähigkeit, Vorhofflimmern, Prognose)
- Bedeutung der Vermeidung einer rechtsventrikulären Stimulation
- Vor- und Nachteile verschiedener Konzepte zur Vermeidung der ventrikulären Stimulation (langes AV-Intervall, AV-Hysterese, AAI/DDD-Programmierungs-/Moduswechsel und andere Moduswechsel)
- Vor- und Nachteile alternativer ventrikulärer Stimulationsstrategien bei Patienten mit ventrikulärer Stimulationsnotwendigkeit: RV-Ausflusstraktstimulation, Stimulation am intraventrikulären Septum, HIS-Bündel-Stimulation, links- bzw. biventrikuläre Stimulation

Systemauswahl

- Darstellung anhand der einzelnen Stimulationsformen (VVI/R, AAI/ R, DDI/R, DDD/R, VDD) in Bezug zu den jeweiligen Indikationen
- Jeweils Erörterung der hämodynamischen, klinischen und elektrophysiologischen Aspekte der einzelnen Stimulationsformen und Darstellung der Indikationen und Kontraindikationen
- Darstellung spezieller Stimulationsformen (z. B. Frequenzabfallreaktion)

Zeitsteuerung von Herzschrittmachern

- Umrechnung Frequenzen in Zeitintervalle
- Markerkanal-Annotierungen (P, A, R, V)
- Zuordnung intrakardialer Ereignisse zum Oberflächen-EKG

- Fusion, Pseudofusion, Pseudopseudofusion
- Zeitintervalle: Bedeutung der Kenntnis der Zeitintervalle zur Interpretation eines Schrittmacher-EKG sowie zur Erkennung und Vermeidung von Schrittmacherfehlfunktionen
- Frequenzen: Untere Grenzfrequenz (LRL), obere Grenzfrequenz (URL, MTR), Sensorfrequenz (SIR), maximale Sensorfrequenz (MSR), Hysterese Frequenz (HRL)
- Refraktärperioden: Atriale Refraktärperiode (ARP), ventrikuläre Refraktärperiode (VRP), Postventrikuläre ARP (PVARP), totale ARP (TARP), atriales Blanking (AB), ventrikuläres Blanking (VB), postatriales Ventrikelblanking (PAVB), postventrikuläres Vorhofblanking (PVAB), Vorzeitigkeitsfenster (WARAD u. a.)
- AV-Intervalle: AV-Intervall (AVI), PV-Intervall (PVI), frequenzadaptives AV-Intervall, AV-Intervall-Hysterese (positiv, negativ)
- Steuerungsgrundlagen
 - Betriebsarten: AAI, VVI, DDI, DDD, sensorgesteuert
 - Steuerungsarten: atriale (AA-)Steuerung, ventrikuläre (VV-)Steuerung, kombinierte Steuerungen
 - “Crosstalk”: “AV-Crosstalk”, “VA-Crosstalk”
- Sicherheitsstimulation/“safety(window-)pacing“, VV-Crosstalk bei biventrikulärer Stimulation
- Störerkennung, Störsammelperiode (NSP)
 - T-Wellen-Sensing
- Grenzfrequenzverhalten:
 - Obere Grenzfrequenz, Wenckebach-Verhalten, n:1-Block-Verhalten, Mode-Switch,
 - Untere Grenzfrequenz, Frequenzhysterese, Suchhysterese, Frequenzabfallreaktion
 - Tachykardieerkennung: Mode-Switch, Fallback, Vorhofflattern-Erkennung (Lock-in-Schutz), Schrittmacher-Tachykardie-(PMT-)Algorithmen

4.3 Modul III – Schrittmacherfehlfunktionen (4 UE)

Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen der Schrittmacherfehlfunktionen, können diese erkennen und behandeln. Hierzu zählen auch Störbeeinflussungen von Herzschrittmacher-Systemen.

Lerninhalte:

Schrittmacherfehlfunktionen

- Dargestellt anhand der möglichen unterschiedlichen Ursachenkomplexe, u. a. mit EKG-Beispielen (bzw. Röntgenbildern) und Empfehlungen zur Vorbeugung und Behandlung:
 - Schrittmacheraggregat:
 - Hardware-, Softwarefehler, fehlerhafte Schaltungsentwicklung
 - Sonden:
 - Kabelbruch, Isolationsdefekt, Diskonnektion,
 - Vertauschung der Anschlüsse, “loose set-screw“, etc.
 - Makro-, Mikrodislokation
 - Programmierung:
 - Modus, Empfindlichkeit, PVARP, Frequenzadaptationsparameter u. a.
 - Kardiovaskuläre Ursachen (einschließlich iatrogener Auslösemechanismen):
 - Rhythmusstörungen (supraventrikulär, ventrikulär), ventrikuloatriale Leitung, Reizschwellenveränderungen (z. B. nach Herzinfarkt, bei Herzinsuffizienz, medikamentös)
 - Externe Störbeeinflussung

Störbeeinflussung von Herzschrittmachern

- Biologische Grundlagen/Auswirkungen einer Störbeeinflussung
 - Asystolie, Parasytolie, Myokardschäden, Störbetrieb, Schaltungsdefekte, Umprogrammierungen
- Technische Grundlagen/Auswirkungen einer Störbeeinflussung
 - Beeinflussung durch elektromagnetische Felder, statische/dynamische Magnetfelder, direkten galvanischen Strom, ionisierende Strahlen
 - Störschutzvorrichtungen und deren Realisierung
- Störquellen und Empfehlungen zur Vermeidung einer Störbeeinflussung
 - Funkeinrichtungen: Schnurlostelefone, Mobiltelefone, Amateurfunk, Funkfernsteuerungen, Radio-/Fernsehsender, Radar
 - Sicherungsanlagen: Metalldetektoren, elektromagnetische Störfelder (Kaufhäuser, Flughäfen, Personenschleusen u. a.)
 - Haushaltsgeräte: Mikrowelle, Fön, Rasierer, Bohrmaschine, Magnete, Gartengeräte etc.
 - Berufliche Gefahrenquellen: Elektroschweißgeräte, Trafos, Hochspannungsleitungen, Autoelektrik, Eisenbahn, Elektrotechnik, Elektrostahlöfen, Hebe magnete etc.
 - Medizinische Geräte: Bestrahlungen (Infrarot, Mikrowelle, Ultraschall, ionisierende), Elektrokauter, Kernspintomographie, Defibrillatoren, Neurostimulatoren, Stoßwellenlithotripsie)

- Empfehlungen zur Kontrolle nach/bei absehbaren Störbeeinflussungen (z. B. Strahlentherapie)
- Empfehlungen zur Patientenaufklärung

Schrittmacherbeteiligte Tachykardien

- Definition des Begriffes „schrittmacherbeteiligte Tachykardie“ (PMT)
- Einteilung der PMTs
- Schrittmacher-Reentrytachykardien: SM-Reentrytachykardien durch retrograde VA-Leitung, orthodrome SM-Reentrytachykardien (z. B. durch vertauschte Elektroden u. a.)
- PMT bei atrialen Tachyarrhythmien
- PMT bei Oversensing
- PMT bei frequenzadaptiven Systemen durch Sensor-Oversensing, positive Rückkoppelung, falsche Programmierung, Frequenzabfallreaktion, Rate-drop-Algorithmus)
- PMT durch Schaltungsdefekt („SM-Rasen“, „runaway-pacemaker“)
- PMT-Algorithmen zur Erkennung und/oder Vermeidung von SM-Reentrytachykardien
- RNRVAS (repetitive non-reentrant VA synchrony)
- Mode-Switch-Algorithmen: Erörterung unterschiedlich realisierter Mode-Switch-Konzepte

4.4 Modul IV – Programmierung und Nachsorge (8 UE)

Kompetenzziel:

Die Teilnehmer kennen die Grundlagen der Programmierung und Nachsorge von Herzschrittmachersystemen und haben Kenntnisse in der Herzschrittmacher-EKG-Analyse und in der Nachsorge und Programmierung von Herzschrittmachersystemen erworben.

Lerninhalte:

Diagnostische Schrittmacherfunktionen

- Telemetrische Messungen
 - Batterieimpedanz, Elektrodenimpedanz
 - Reizschwellenmessung, Signalamplitudenmessung
 - Markerkanal, intrakardiales EKG (IKEG)
 - Retrograder Leitungstest u. a.
- Speicherfunktionen
 - Ereigniszähler („counter“, „Statistiken“)
 - Herzfrequenzprofil 1–24 h („Holter“), Sensorsimulation
 - Frequenzhistogramm, AV-Histogramm, Sensorhistogramm u. a.
 - Amplitudenhistogramme, Elektrodenimpedanzhistogramm u. a.
 - Ereignisspeicher (Marker, IKEG)
- Bedeutung automatisierter Überwachungssysteme
 - Automatische Elektrodenintegritätsüberwachung
 - Automatische Reizschwellen-/ Wahrnehmungsschwellenbestimmung mit/ohne Adaptation von Output/Sensitivität durch das Schrittmachersystem
 - Telemedizinische Nachsorge
 - Patientenwarnsysteme

Schrittmacher-EKG- und EGM-Analyse

- Darstellung des normalen Schrittmacher-EKG
 - bei den einzelnen Stimulationsformen (AAI, VVI, DDI, VDD, DDD)
 - in verschiedenen EKG-Ableitungen (z. B. Erkennung linksventrikulärer Stimulation)
- Darstellung typischer Fehlfunktionen
 - Stimulationsstörungen (Exitblock, Capture-Defekt)
 - Wahrnehmungsstörungen (Undersensing, Oversensing)
 - Detektionsstörungen (refraktäre Wahrnehmung)
 - Unterschiedlich lange AV-Intervalle
 - Falsche Wahl der Betriebsart
 - Bedeutung der Steuerungsform (atrial, ventrikulär, kombiniert)

Nachsorge

- Organisation einer Schrittmacherambulanz
 - Personelle Erfordernisse
 - Erforderliche Geräte

- Dokumentation
- Qualitätssicherung
- Organisation einer strukturierten Nachsorge
 - Durchführung einer Nachsorgeuntersuchung
 - Zwischenanamnese, Medikamentenanamnese
 - Orientierende kardiale Untersuchung
 - Untersuchung der Schrittmachertasche
 - EKG
 - Technische Funktionskontrolle
- Reguläre Kontrollen und Mindestanforderungen: Überprüfung von Spontanrhythmus, effektiver Stimulation, Stimulationsmodus, effektiver Wahrnehmung, Batteriekapazität, Messung der Elektrodenimpedanz, Abfrage diagnostischer Daten
- Telemedizinische Nachsorge
- Erweiterte Kontrollen
 - Indikationen für vorzeitige/häufigere erweiterte Kontrollen
 - Zusätzliche Messungen: Reizschwelle, Sensingschwelle, Muskelinhibitionsschwelle, retrograder Leitungstest, Wenckebach-Punkt, Sensorverhalten, intrakardiales EKG, AV-Zeit-Optimierung, Abfrage aller diagnostischer Daten
 - ggfs. zusätzliche Diagnostik: Langzeit-EKG, Eventrekorder, Thoraxröntgenaufnahme/-durchleuchtung, Echokardiographie, Belastungs-EKG
- Leitfaden zur Messdurchführung (jeweils mit praxisbezogener Anleitung zur Messdurchführung und Bewertung der Ergebnisse)
 - Kenntnis der zugrundeliegenden Rhythmusstörung (Indikation zur Implantation)
 - Analyse des Spontanrhythmus
 - Bestimmung der Batteriekapazität und Restlaufzeitabschätzung
 - Messung der Elektrodenimpedanz
 - Bestimmung der Reizschwelle und Programmierung von Amplitude und Impulsdauer
 - Bestimmung der Sensingschwelle und der Muskelinhibitionsschwelle und Programmierung der Empfindlichkeit und Polarität
 - Retrograder Leitungstest, Messung der Fernfeld-R-Wahrnehmung (bei Zweikammersystemen)
 - Bestimmung des Wenckebach-Punktes [bei AAI(R)- und DDI(R)Systemen]
 - Überprüfung der frequenzadaptiven Funktion
- Telemedizinische Abfragen und moderne Abfrageformen
 - Darstellung der Leitlinien zur Telemedizin und aktueller technischer Möglichkeiten
 - Organisation einer telemedizinischen Überwachung (u. a. Alarm-, Routinefunktionen), rechtliche Datenlage

Programmierung

- Programmierleitfaden, möglichst mit praxisbezogener Programmierempfehlung (Standardempfehlungen)
- Betriebsart
- Frequenzgrenzen: Untere Grenzfrequenz (LRL), Obere Grenzfrequenz (URL, MTR), Maximale Sensorfrequenz (MSR)

- Amplitude, Impulsdauer, Empfindlichkeit, Polarität
- Aktivierung bzw. Deaktivierung von automatischen Algorithmen zur Stimulation und Wahrnehmung
- Frequenzadaptive Parameter (Schwelle, Anstieg, Slope, Abfallzeit etc.)
- AV-Intervall/-Hysterese: Wahrgenommenes Intervall, stimuliertes Intervall
- Frequenzhysterese
- Gleitintervall („rate smoothing“, „flywheel“ etc.)
- Frequenzabfallreaktion (Frequenzanhebung nach Hysterese, Suchhysterese)
- Schutz vor „crosstalk“ und Fernfeldwahrnehmung, Sicherheitsstimulation („safetywindow-pacing“), Ventrikelblanking, Vorhofblanking
- Schutz vor schrittmacherbeteiligten Tachykardien: PVARP, PVARP-Verlängerung, VES-synchrone Vorhofstimulation
- Programmierung des automatischen Mode-Switchs
- Nichtkonkurrierende atriale Stimulation
- Programmierübungen

4.5 Modul V – Praktische Übungen und Fallbeispiele (6 UE)

Kompetenzziel:

Die Teilnehmer haben die theoretischen Kenntnisse anhand praktischer Übungen und Fallbeispiele sowie die Grundlagen der Herzschrittmachertherapie, -programmierung und Nachsorge der unterschiedlichen Herzschrittmachersysteme an klinischen Beispielen vertieft und die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilnahme an der Lernerfolgskontrolle erworben.

Lerninhalte:

- Praxisbezogene Falldarstellungen typischer Problemsituationen an Beispielen (Troubleshooting)

4.6 Modul VI – Lernerfolgskontrolle (2 UE)

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