



DGK.

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie
– Herz- und Kreislaufforschung e.V.



ESC

European Society
of Cardiology

ESC Pocket Guidelines

European Society of Cardiology (ESC)
Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK)

Version 2021

Schrittmacher- und kardiale Resynchronisationstherapie

Herausgegeben von



DGK.

Kommentar

Siehe auch: Butter et al.:

Kommentar zu 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing
and cardiac resynchronization therapy

www.dgk.org



Auch als App für
iOS und Android!

Verlag

Börm Bruckmeier Verlag GmbH
978-3-89862-333-9

1. Präambel

Diese Pocket-Leitlinie ist eine von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK) übernommene Stellungnahme der European Society of Cardiology (ESC) und der European Association for the Study of Diabetes (EASD), die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergibt und Ärzten* die Entscheidungsfindung zum Wohle ihrer Patienten erleichtern soll. Die Leitlinie ersetzt nicht die ärztliche Evaluation des individuellen Patienten und die Anpassung der Diagnostik und Therapie an dessen spezifische Situation. Die Pocket-Leitlinie enthält gekennzeichnete Kommentare der Autoren der Pocket-Leitlinie, die deren Einschätzung darstellen und von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie getragen werden.

Die Erstellung dieser Leitlinie ist durch eine systematische Aufarbeitung und Zusammenstellung der besten verfügbaren wissenschaftlichen Evidenz gekennzeichnet. Das vorgeschlagene Vorgehen ergibt sich aus der wissenschaftlichen Evidenz, wobei randomisierte, kontrollierte Studien bevorzugt werden. Der Zusammenhang zwischen der jeweiligen Empfehlung und dem zugehörigen Evidenzgrad ist gekennzeichnet.

Tabelle 1: Empfehlungsgrade

	Definition	Empfohlene Formulierung
I	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme effektiv, nützlich oder heilsam ist	wird empfohlen / ist indiziert
II	Widersprüchliche Evidenz und/oder unterschiedliche Meinungen über den Nutzen/die Effektivität einer Therapieform oder einer diagnostischen Maßnahme	
IIa	Evidenzen/Meinungen favorisieren den Nutzen bzw. die Effektivität einer Maßnahme	sollte erwogen werden
IIb	Nutzen/Effektivität einer Maßnahme ist weniger gut durch Evidenzen/Meinungen belegt	kann erwogen werden
III	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme nicht effektiv, nicht nützlich oder nicht heilsam ist und im Einzelfall schädlich sein kann	wird nicht empfohlen

©ESC

Tabelle 2: Evidenzgrade

A	Daten aus mehreren, randomisierten klinischen Studien oder Meta-Analysen
B	Daten aus einer randomisierten klinischen Studie oder mehreren großen nicht randomisierten Studien
C	Konsensusmeinung von Experten und/oder kleinen Studien, retrospektiven Studien oder Registern

©ESC

* Aus Gründen der Lesbarkeit wird darauf verzichtet, geschlechterspezifische Formulierungen zu verwenden. Personenbezogene Bezeichnungen beziehen sich auf alle Geschlechter.

2021 ESC Pocket Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy*

Developed by the Task Force on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy
of the European Society of Cardiology (ESC)

With the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA)

Chairpersons

Michael Glikson

Jesselson Integrated Heart Center
Shaare Zedek Medical Center and
Hebrew University Faculty of Medicine
Jerusalem, Israel
Tel: +972 2 6555975
E-Mail: mglikson@szmc.org.il

Jens Cosedis Nielsen

Department of Clinical Medicine
Aarhus University and Department of
Cardiology
Aarhus University Hospital
Aarhus N, Denmark
Tel: +45 78 45 20 39
E-Mail: jenniels@rm.dk

Task Force Members:

Mads Brix Kronborg (Task Force Coordinator) (Denmark), Yoav Michowitz (Task Force Coordinator) (Israel), Angelo Auricchio (Switzerland), Israel Moshe Barbash (Israel), José A. Barrabés (Spain), Giuseppe Boriani (Italy), Frieder Braunschweig (Sweden), Michele Brignole (Italy), Haran Burri (Switzerland), Andrew JS Coats (United Kingdom), Jean-Claude Deharo (France), Victoria Delgado (Netherlands), Gerhard-Paul Diller (Germany), Carsten W. Israel (Germany), Andre Keren (Israel), Reinoud E. Knops (Netherlands), Dipak Kotecha (United Kingdom), Christophe Leclercq (France), Béla Merkely (Hungary), Christoph Starck (Germany), Ingela Thylén (Sweden), José María Tolosana (Spain)

ESC subspecialty communities having participated in the development of this document:

Associations: Association for Acute CardioVascular Care (ACVC), Association of Cardiovascular Nursing & Allied Professions (ACNAP), European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), European Heart Rhythm Association (EHRA), Heart Failure Association (HFA).

Councils: Council for Cardiology Practice, Council on Basic Cardiovascular Science, Council on Cardiovascular Genomics, Council on Hypertension, Council on Stroke.

Working Groups: Cardiovascular Regenerative and Reparative Medicine, Cardiovascular Surgery, e-Cardiology, Myocardial and Pericardial Diseases.

Patient Forum

Bearbeitet von:

Christian Butter (Bernau bei Berlin), Lars Eckardt (Münster)[#], Carsten W. Israel (Bielefeld), Christian Andreas Perings (Lünen), Daniel Steven (Köln), Martin Stockburger (Nauen)

[#]Für die Kommission für Klinische Kardiovaskuläre Medizin der DGK

* Adapted from the "2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy" of the European Society of Cardiology (European Heart Journal; 2021 - doi: 10.1093/eurheartj/ehab364).

* Translated by the German Cardiac Society, the ESC cannot be held liable for the content of this translated document.

Inhalt

1. Präambel	1
2. Einleitung	7
3. Hintergrund	7
4. Abklärung von Patienten mit vermuteter oder nachgewiesener Bradykardie oder Erkrankung des Erregungsleitungssystems	9
4.1 Anamnese und körperliche Untersuchung	9
4.2 Elektrokardiogramm	16
4.3 Nicht-invasive Abklärung	16
4.4 Implantierbare Ereignisrekorder	21
4.5 Elektrophysiologische Untersuchung	21
5. Herzschrittmacher bei Bradykardie und Erkrankungen des Erregungsleitungssystems	23
5.1 Stimulation bei Sinusknotenerkrankung	23
5.2 Stimulation bei atrioventrikulärem Block	26
5.3 Stimulation bei Erregungsleitungsstörungen ohne atrioventrikulären Block	28
5.4 Herzschrittmachertherapie bei Reflexsynkopen	30
5.5 Stimulation bei vermuteter Bradykardie (ohne Dokumentation)	34
6. Kardiale Resynchronisationstherapie	34
6.1 Epidemiologie, Prognose und Pathophysiologie der Herzinsuffizienz, die sich für kardiale Resynchronisationstherapie durch biventrikuläre Stimulation eignet	34
6.2 Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie: Patienten im Sinusrhythmus	35
6.3 Patienten mit Vorhofflimmern	35
6.4 Patienten mit konventionellem Herzschrittmacher oder implantier- barem Kardioverter-Defibrillator, bei denen eine Erweiterung auf kardiale Resynchronisationstherapie erforderlich ist	39
6.5 Stimulation bei Patienten mit reduzierter linksventrikulärer Ejektionsfraktion und einer konventionellen Indikation für antibradykarde Stimulation	39
6.6 Nutzen der Hinzunahme eines implantierbaren Kardioverter-Defibrillators bei Patienten mit Indikationen zur kardialen Resynchronisationstherapie	40

7.	Alternative Stimulationsstrategien und -orte	41
7.1	Septale Stimulation	41
7.2	His-Bündel-Stimulation	42
7.3	Linksschenkelstimulation	43
7.4	Sondenlose Herzschrittmachertherapie	45
8.	Indikationen für die Herzschrittmachertherapie in speziellen Situationen	46
8.1	Stimulation bei akutem Myokardinfarkt	46
8.2	Stimulation nach Herzoperationen und Herztransplantation	46
8.3	Stimulation nach Transkatheter-Aortenklappenimplantation	48
8.4	Kardiale Stimulation und kardiale Resynchronisationstherapie bei angeborener Herzerkrankung	52
8.5	Herzschrittmachertherapie bei hypertropher Kardiomyopathie	53
8.6	Herzschrittmachertherapie bei seltenen Krankheiten	54
9.	Spezielle Hinweise zur Implantation von Schrittmachersystemen und zum perioperativen Management	56
10.	Komplikationen bei Herzschrittmachern und kardialer Resynchronisationstherapie	58
11.	Überlegungen zum Therapiemanagement	59
11.1	Magnetresonanztomographie bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachersystemen	61
11.2	Strahlentherapie bei Patienten mit Herzschrittmachern	63
11.3	Passagere Herzschrittmachertherapie	65
11.4	Perioperatives Management bei Patienten mit Herzrhythmusimplantaten	66
11.5	Herzrhythmusimplantate und Sport	66
11.6	Wenn Herzschrittmachertherapie nicht mehr indiziert ist	67
11.7	Nachsorge	67
12.	Patientenzentrierte Versorgung und gemeinsame Entscheidungsfindung bei Herzschrittmachertherapie und kardialer Resynchronisationstherapie	69

Abkürzungen und Akronyme

AHF	Angeborene Herzerkrankungen
AV	atrioventrikulär
AF	Vorhofflimmern (atrial fibrillation)
AVJ	atrioventrikulärer Übergang (atrioventricular junction)
BBB	Schenkelblock (bundle branch block)
biV	biventrikulär
bpm	Schläge pro Minute (beats per minute)
CI-CSS	kardioinhibitorisches Karotissinus-Syndrom (cardioinhibitory carotid sinus syndrome)
CIED	Implantierbares kardiales elektronisches Herzrhythmusimplantat (cardiac implantable electronic device)
CMR	Kardiale Magnetresonanztomographie (cardiac magnetic resonance)
CRT	Kardiale Resynchronisationstherapie (cardiac resynchronization therapy)
CRT-D	Kardiale Resynchronisationstherapie mit Defibrillator (cardiac resynchronization therapy – defibrillator)
CRT-P	Kardiale Resynchronisationstherapie mit Schrittmacher (cardiac resynchronization therapy – pacer)
CSM	Karotissinus-Massage
CSS	Karotissinus-Syndrom
CT	Computertomographie
EF	Ejektionsfraktion
EKG	Elektrokardiogramm
EPU	elektrophysiologische Untersuchung
ESC	European Society of Cardiology
HF	Herzinsuffizienz (heart failure)
HFmrEF	Herzinsuffizienz mit mäßiggradig eingeschränkter Ejektionsfraktion (40–49 %) (heart failure with mildly reduced ejection fraction)
HFpEF	Herzinsuffizienz mit erhaltener Ejektionsfraktion (heart failure with preserved ejection fraction) ($\geq 50\%$) gemäß der ESC HF-Leitlinie 2021
HFrEF	Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion (heart failure with reduced left ventricular ejection fraction)
HBP	His-Bündel-Stimulation (his bundle pacing)

HV-Intervall	Zeit zwischen His-Bündel-Potenzial und erster Kammererregung
ICD	Implantierbarer Cardioverter/Defibrillator
ILR	implantierbarer Ereignisrekorder (implantable loop recorder)
LSB	Linksschenkelblock
LV	Linksventrikulär
LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
MI	Myokardinfarkt
MRT	Magnetresonanztomographie
NYHA	New York Heart Association
OMT	Optimale medikamentöse Therapie
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
RCT	randomisierte kontrollierte Studie (randomized controlled trial)
RSB	Rechtsschenkelblock
RV	rechtsventrikulär/rechter Ventrikel
SM	Schrittmacher
SR	Sinusrhythmus
SSS	Sick-Sinus-Syndrom (syn. Sinusknotensyndrom, Sinusknotenerkrankung)
TAVI	Transkatheter-Aortenklappenimplantation (transcatheter aortic valve implantation)

2. Einleitung

Die Indikationen und Modalitäten der kardialen Stimulation haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt, weshalb eine neue Auflage der Leitlinien als zeitgemäß und notwendig erachtet wurde.

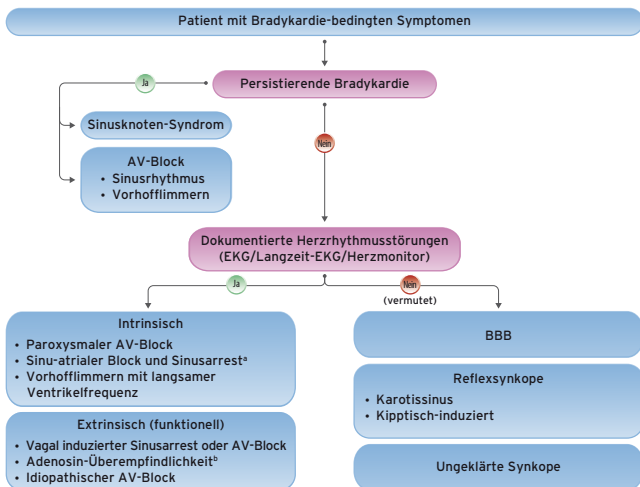
Siehe **Abbildung 1** (Zentrale Illustration – Die ESC-Leitlinien von 2021 für Herzschrittmacher und CRT enthalten neue und aktualisierte Empfehlungen für diese Therapien bei relevanten Patientengruppen) auf der hinteren Umschlagseite.

3. Hintergrund

Klassifizierung von Bradyarrhythmien, für die eine permanente Herzschrittmachertherapie infrage kommt

Patienten, die für eine Stimulationstherapie infrage kommen, lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen: Patienten mit persistierender Bradykardie und Patienten mit intermittierender Bradykardie (mit oder ohne elektrokardiographische [EKG] Dokumentation). Eine persistierende Bradykardie deutet in der Regel auf eine intrinsische Erkrankung des Sinusknotengewebes oder des atrioventrikulären (AV) Erregungsleitungssystems hin. Dagegen kann eine intermittierende Bradykardie das Ergebnis einer Vielzahl von intrinsischen und extrinsischen pathologischen Prozessen sein, wie in **Abbildung 2** dargestellt.

Abbildung 2: Klassifizierung von dokumentierten und vermuteten Bradyarrhythmien



AV = atrioventrikulär; BBB = Schenkelblock (bundle branch block);
EKG = Elektrokardiogramm.

^a Einschließlich der bradykarden/tachykarden Form des Sick-Sinus-Syndroms.

^b Deharo et al. Herzschrittmacherther Elektrophysiol 2018.

Adaptiert aus: Brignole et al., Eur Heart J (2013). doi: 10.1093/eurheartj/ehf150.

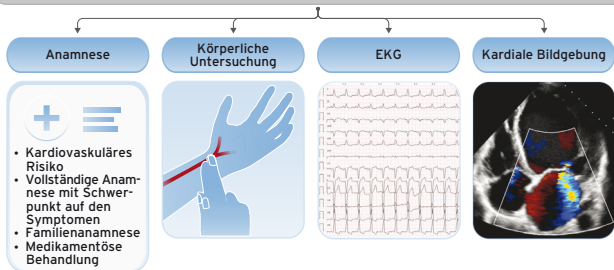
4. Abklärung von Patienten mit vermuteter oder nachgewiesener Bradykardie oder Erkrankung des Erregungsleitungssystems

4.1 Anamnese und körperliche Untersuchung

In den aktuellen Leitlinien wird die Bedeutung der Anamnese und der körperlichen Untersuchung bei der Erstuntersuchung hervorgehoben, insbesondere zur Erkennung von Patienten mit strukturellen Herzerkrankungen.

Abbildung 3: Ersteinschätzung von Patienten mit Symptomen, die auf eine Bradykardie hindeuten

Ersteinschätzung von Patienten mit Symptomen, die auf eine Bradykardie (SSS oder AV-Block) hindeuten



AV = atrioventrikulär; EKG = Elektrokardiogramm; SSS = Sick-Sinus-Syndrom.

Tabelle 3: Medikamente, die eine Bradykardie oder Erregungsleitungsstörungen verursachen können

	Sinusknoten-Bradykardie	AV-Block
Betablocker	+	+
Antihypertensiva		
Nicht-Dihydropyridin-Kalziumkanalblocker	+	+
Methyldopa	+	–
Clonidin	+	–
Antiarrhythmika		
Amiodaron	+	+
Dronedaron	+	+
Sotalol	+	+
Flecainid	+	+
Propafenon	+	+
Procainamid*	–	+
Disopyramid*	+	+
Adenosin	+	+
Digoxin/Digitoxin	+	+
Ivabradin	+	–
Psychoaktive und neuroaktive Medikamente		
Donepezil	+	+
Lithium	+	+
Opioid-Analgetika	+	–
Phenothiazin	+	+

* Derzeit in Deutschland nicht zugelassen.

Tabelle 3: Medikamente, die eine Bradykardie oder Erregungsleitungsstörungen verursachen können (Fortsetzung)

	Sinusknoten-Bradykardie	AV-Block
Psychoaktive und neuroaktive Medikamente (Fortsetzung)		
Phenytoin	+	+
Selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer	–	+
Trizyklische Antidepressiva	–	+
Carbamazepin	+	+
Sonstige		
Muskelrelaxantien	+	–
Cannabis	+	–
Propofol	+	–
Ticagrelor	+	+
Hochdosierte Kortikosteroide	+	–
Chloroquin	–	+
H ₂ -Antagonisten	+	+
Protonenpumpenhemmer	+	–
Chemotherapeutika		
Arsentrioxid	+	+
Bortezomib	+	+
Capecitabin	+	–
Cisplatin	+	–
Cyclophosphamid	+	+
Doxorubicin	+	–

©ESC

Tabelle 3: Medikamente, die eine Bradykardie oder Erregungsleitungsstörungen verursachen können (Fortsetzung)

	Sinusknoten-Bradykardie	AV-Block
Chemotherapeutika (Fortsetzung)		
Epirubicin	+	–
5-Fluorouracil	+	+
Ifosfamid	+	–
Interleukin-2	+	–
Methotrexat	+	–
Mitroxantron	+	+
Paclitaxel	+	–
Rituximab	+	+
Thalidomid	+	+
Anthracycline	–	+
Taxane	–	+

©ESC

Tabelle 4: Intrinsische und extrinsische Ursachen der Bradykardie

	Sinusbradykardie oder SSS	AVJ-Störungen
Intrinsisch		
Idiopathisch (Alterung, degenerativ)	+	+
Infarkt/Ischämie	+	+
Kardiomyopathien	+	+
Genetische Störungen	+	+

©ESC

Tabelle 4: Intrinsische und extrinsische Ursachen der Bradykardie (Fortsetzung)

	Sinusbradykardie oder SSS	AVJ-Störungen
Intrinsisch (Fortsetzung)		
Infiltrative Kardiomyopathien		
Sarkoidose	+	+
Amyloidose	+	+
Hämochromatose	+	+
Kollagene Gefäßerkrankungen		
Rheumatoide Arthritis	+	+
Sklerodermie	+	+
Systemischer Lupus erythematodes	+	+
Speicherkrankheiten	+	+
Neuromuskuläre Erkrankungen	+	+
Entzündliche Erkrankungen		
Endokarditis (perivalvulärer Abszess)	–	+
Chagas-Krankheit	+	+
Myokarditis	–	+
Borreliose	–	+
Diphtherie	–	+
Toxoplasmose	–	+
Angeborene Herzkrankheiten	+	+

©ESC

Tabelle 4: Intrinsische und extrinsische Ursachen der Bradykardie (Fortsetzung)

	Sinusbradykardie oder SSS	AVJ-Störungen
Intrinsisch (Fortsetzung)		
Herzchirurgie		
Koronararterien-Bypass	+	+
Herzklappenchirurgie (einschließlich Transkatheter- Aortenklappenersatz)	+	+
Maze-Operation	+	–
Herztransplantation	+	+
Strahlentherapie	+	+
Beabsichtigter oder iatrogener AV-Block	–	+
Ablation einer Sinus-Tachykardie	+	–
Extrinsisch		
Körperliches Training (Sport)	+	+
Vagusreflex	+	+
Auswirkungen von Medikamenten	+	+
Idiopathischer paroxysmaler AV-Block	–	+
Elektrolytstörungen		
Hypokaliämie	+	+
Hyperkaliämie	+	+
Hyperkalzämie	+	+
Hypermagnesiämie	+	+

Tabelle 4: Intrinsische und extrinsische Ursachen der Bradykardie (Fortsetzung)

	Sinusbradykardie oder SSS	AVJ-Störungen
Extrinsisch (Fortsetzung)		
Stoffwechselstörungen		
Hypothyreose	+	+
Anorexie	+	+
Hypoxie	+	+
Azidose	+	+
Unterkühlung	+	+
Neurologische Störungen		
Erhöhter intrakranieller Druck	+	+
Tumoren des zentralen Nervensystems	+	+
Temporallappenepilepsie	+	+
Obstruktive Schlafapnoe	+	+

©ESC

AVJ = atrioventrikulärer Übergang.

Adaptiert aus Mangrum JM and DiMarco JP, N Engl J Med (2000). doi: 10.1056/NEJM200003093421006, und Da Costa et al., BMJ (2002). doi: 10.1136/bmj.324.7336.535.

Die Karotissinus-Massage (CSM) kann bei allen Patienten ≥ 40 Jahre mit Symptomen, die auf ein Karotissinus-Syndrom (CSS) hindeuten, hilfreich sein: Synkope oder Beinahe-Synkope, die durch enge Kragen, Rasieren oder Drehen des Kopfes ausgelöst werden.

Empfehlungen für nicht-invasive Untersuchungen

Empfehlung	Empf. grad	Evidenz-grad
Sobald eine Karotisstenose ausgeschlossen ist, ^a wird die CSM bei Patienten mit Synkopen unbekannter Ursache, die mit einem Reflexmechanismus vereinbar sind, oder mit Symptomen, die auf Druck/Manipulation im Gebiet des Karotissinus zurückzuführen sind, empfohlen.	I	B

©ESC

^a CSM sollte nicht bei Patienten durchgeführt werden, die bereits eine transitorische ischämische Attacke, einen Schlaganfall oder eine bekannte Karotisstenose hatten. Vor der CSM sollte eine Auskultation der Karotis durchgeführt werden. Wenn ein Karotisgeräusch vorhanden ist, sollte ein Karotis-Ultraschall durchgeführt werden, um das Vorliegen einer Karotisarterienkrankung auszuschließen.

4.2 Elektrokardiogramm

Zusammen mit der Anamnese und der körperlichen Untersuchung ist das Ruhe-EKG ein wesentlicher Bestandteil der Erstuntersuchung von Patienten mit nachgewiesener oder vermuteter Bradykardie. Ein 12-Kanal-EKG oder ein Rhythmusstreifen während der symptomatischen Episode liefert die endgültige Diagnose.

Empfehlung zur Langzeit-EKG-Aufzeichnung

Empfehlung	Empf. grad	Evidenz-grad
Bei der Abklärung von Patienten mit Verdacht auf Bradykardie wird ein Langzeit-EKG-Monitoring empfohlen, um Rhythmusstörungen mit Symptomen in Verbindung zu bringen.	I	C

©ESC

4.3 Nicht-invasive Abklärung

Langzeit-EKG-Monitoring

Das intermittierende Auftreten der meisten symptomatischen Bradykardien, die auf eine Erkrankung des Erregungsleitungssystems zurückzuführen sind, erfordert oft ein verlängertes Langzeit-EKG-Monitoring, um Rhythmusstörungen mit Symptomen zu korrelieren.

Die Auswahl des Langzeit-EKG-Monitorings hängt von der Häufigkeit und Art der Symptome ab (Tabelle 5).

Tabelle 5: Wahl der ambulanten elektrokardiographischen Überwachung in Abhängigkeit von der Symptommhäufigkeit

Häufigkeit der Symptome	
Täglich	24-Stunden-Langzeit-EKG oder telemetrische Überwachung im Krankenhaus
Alle 48–72 Stunden	24-48-72 Stunden-Langzeit-EKG
Jede Woche	7-Tage-Langzeit-EKG/externer Ereignisrekorder
Jeden Monat	Externer Ereignisrekorder/tragbarer EKG-Rekorder
<1 pro Monat	ILR

©ESC

Adaptiert aus: Brignole et al., Eur Heart J (2013). doi: 10.1093/eurheartj/eh150.

Belastungstests

Empfehlungen für Belastungstests		
Empfehlungen	Empf. grad	Evidenz-grad
Belastungstests werden bei Patienten empfohlen, die während oder unmittelbar nach einer Anstrengung Symptome aufweisen, die auf eine Bradykardie hindeuten.	I	C
Bei Patienten mit Verdacht auf chronotrope Inkompetenz sollte ein Belastungstest zur Bestätigung der Diagnose erwogen werden.	IIa	B
Bei Patienten mit einer intraventrikulären Überleitungsstörung oder einem AV-Block unbekannten Ausmaßes kann ein Belastungstest erwogen werden, um einen infranodalen Block aufzudecken.	IIb	C

©ESC

Bildgebung

Bei Patienten mit vermuteter oder dokumentierter symptomatischer Bradykardie wird eine Herzbildgebung empfohlen, um das Vorhandensein einer strukturellen Herzerkrankung abzuklären, die systolische Funktion der linken Kammer zu bestimmen und mögliche Ursachen von Überleitungsstörungen zu diagnostizieren.

Empfehlungen zur Bildgebung vor der Implantation

Empfehlungen	Empf. grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit vermuteter oder dokumentierter symptomatischer Bradykardie wird kardiale Bildgebung empfohlen, um das Vorhandensein einer strukturellen Herzerkrankung abzuklären, die systolische Funktion der linken Herzkammer zu bestimmen und mögliche Ursachen von Überleitungsstörungen zu diagnostizieren.	I	C
Multimodale Bildgebung (CMR, CT, PET) zur Charakterisierung des Herzmuskelgewebes sollte bei der Diagnose spezifischer Pathologien in Verbindung mit Überleitungsstörungen, die eine Schrittmacherimplantation erfordern, erwogen werden, insbesondere bei Patienten, die jünger als 60 Jahre sind.	Ila	C

©ESC

Labordiagnostik

Laboruntersuchungen, einschließlich großem Blutbild, Prothrombinzeit, partieller Thromboplastinzeit, Nierenfunktion und Elektrolytmessungen, sind im Rahmen der präoperativen Planung einer Schrittmacherimplantation erforderlich.

Eine Bradykardie oder ein AV-Block kann sekundär auf andere Erkrankungen zurückzuführen sein (**Tabelle 4**). Bei Verdacht sind Laborwerte für das Erkennen und die Therapie dieser Erkrankungen nützlich, z.B. Schilddrüsenfunktion, Lyme-Antikörper-Titer zur Diagnose einer Myokarditis bei jungen Menschen mit AV-Block, Endokarditis, Hyperkaliämie, Digitalis-Spiegel und Hyperkalzämie).

Empfehlungen für Laboruntersuchungen		
Empfehlung	Empf.-grad	Evidenzgrad
Zusätzlich zu den Laboruntersuchungen vor der Implantation ^a werden bei Patienten mit klinischem Verdacht auf mögliche Ursachen einer reversiblen Bradykardie spezifische Labortests empfohlen (z. B. Schilddrüsenfunktionstests, Lyme-Antikörper-Titer, Digitalis-Spiegel, Kalium, Kalzium und pH-Wert), um diese Ursachen zu diagnostizieren und zu behandeln.	I	C

©ESC

^a Großes Blutbild, Prothrombinzeit, partielle Thromboplastinzeit, Serumkreatinin und Elektrolyte.

Genetische Tests

Eine früh einsetzende fortschreitende kardiale Überleitungsstörung, entweder isoliert oder mit einer begleitenden strukturellen Herzerkrankung, sollte Anlass sein, einen Gentest in Erwägung zu ziehen, insbesondere bei Patienten mit einer positiven Familienanamnese von Überleitungsstörungen, Herzschrittmacherimplantaten oder plötzlichem Herztod.

Empfehlungen für Gentests		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenzgrad
Gentests sollten bei Patienten mit frühem Beginn (Alter <50 Jahre) einer fortschreitenden kardialen Überleitungsstörung erwogen werden. ^a	IIa	C
Nach der Identifizierung einer pathogenen genetischen Variante, die den klinischen Phänotyp der kardialen Überleitungsstörung in einem Indexfall erklärt, sollten Gentests bei den Familienmitgliedern erwogen werden.	IIa	C

©ESC

^a Progressive Erregungsleitungsstörung des Herzens: verlängerte P-Wellen-Dauer, PR-Intervall und QRS-Verbreiterung mit Herzachsenabweichung.

Schlafdiagnostik

Bei Patienten mit Schlafapnoe-Syndrom (SAS) kommt es während der Apnoe-Episoden häufiger zu schlafbezogenen Bradykardien (sowohl Sinus- als auch Erregungsleitungssystem-bedingt). Die Behandlung mit kontinuierlichem positivem Atemwegsdruck (CPAP) lindert die mit obstruktiver Schlafapnoe verbundenen Symptome und verbessert die kardiovaskuläre Prognose. Eine angemessene Behandlung reduziert die Bradykardie-Episoden um 72–89 % und macht es unwahrscheinlich, dass die Patienten bei der langfristigen Nachsorge eine symptomatische Bradykardie entwickeln.

Empfehlung für eine Schlafdiagnostik

Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Ein Screening auf SAS wird bei Patienten mit SAS-Symptomen und bei Vorliegen einer schweren Bradykardie oder eines fortgeschrittenen AV-Blocks im Schlaf empfohlen.	I	C

SAS = Schlafapnoe-Syndrom.

Kipptischuntersuchung

Eine Kipptischuntersuchung sollte erwogen werden, um die Diagnose einer Reflexsynkope bei Patienten zu bestätigen, bei denen diese Diagnose zwar vermutet, aber durch die Erstuntersuchung nicht gesichert wurde.

Eine positive kardioinhibitorische Reaktion bei der Kipptischuntersuchung sagt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine asystolische spontane Synkope vorher; dieser Befund ist für die Therapie relevant, wenn eine Herzschrittmachertherapie erwogen wird (siehe **Abschnitt 5.4**). Umgekehrt wird eine Asystolie bei spontaner Synkope durch das Vorhandensein einer positiven vasodepressiven Reaktion, einer gemischten Reaktion oder sogar einer negativen Reaktion nicht ausgeschlossen.

Empfehlung zur Kipptischuntersuchung

Recommendation	Empf.-grad	Evidenz-grad
Eine Kipptischuntersuchung sollte bei Patienten mit Verdacht auf rezidivierende Reflexsynkope erwogen werden.	IIa	B

4.4 Implantierbare Ereignisrekorder

Empfehlung für implantierbare Ereignisrekorder		
Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit seltenen (weniger als einmal im Monat) ungeklärten Synkopen oder anderen Symptomen, bei denen der Verdacht besteht, dass sie durch eine Bradykardie verursacht werden und bei denen eine umfassende Untersuchung keine Ursache ergeben hat, wird eine langfristige ambulante Überwachung mit einem ILR empfohlen.	I	A

©ESC

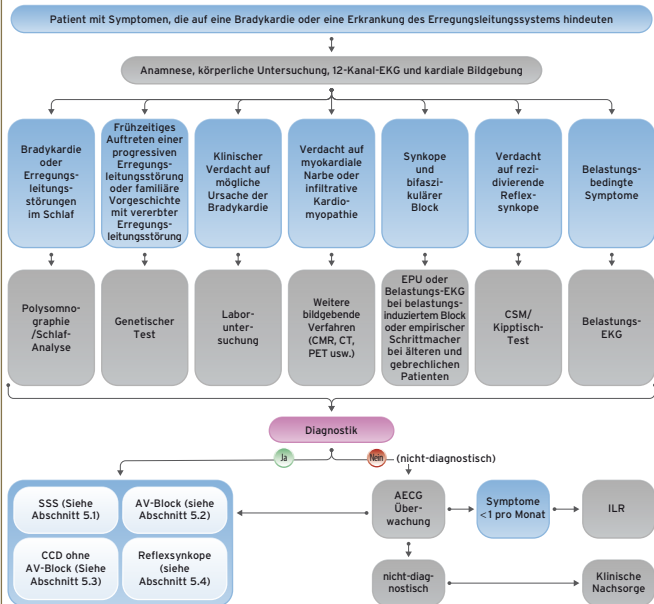
4.5 Elektrophysiologische Untersuchung

Die Effektivität der EPU für die Diagnose von Synkopen ist am höchsten bei Patienten mit Sinusbradykardie, bifaszikulärem Block und Verdacht auf Tachykardien und am niedrigsten bei Patienten mit Synkopen, normalem EKG, ohne strukturelle Herzerkrankung und ohne Palpitationen.

Empfehlungen für elektrophysiologische Untersuchungen		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit Synkope und bifaszikulärem Block sollte eine EPU erwogen werden, wenn die Synkope nach einer nicht-invasiven Untersuchung unerklärt bleibt oder wenn aufgrund des Schweregrads eine sofortige Entscheidung über eine Stimulation erforderlich ist, sofern kein empirischer Schrittmacher bevorzugt wird (insbesondere bei älteren und gebrechlichen Patienten).	IIa	B
Bei Patienten mit Synkope und Sinusbradykardie kann eine EPU erwogen werden, wenn nicht-invasive Tests keine Korrelation zwischen Synkope und Bradykardie ergeben haben.	IIb	B

©ESC

Abbildung 4: Algorithmus zur Abklärung von Bradykardie und Erregungsleitungsstörungen



AECG = ambulante elektrokardiographische Überwachung; AV = atrioventrikulär; CCD = kardiale Überleitungsstörung (cardiac conduction disease); CMR = Kardiale Magnetresonanztomographie (cardiac magnetic resonance); CSM = Karotissinus-Massage; CT = Computertomographie; EKG = Elektrokardiogramm; EPU = elektrophysiologische Untersuchung; ILR = implantierbarer Ereignisrekorder; PET = Positronen-Emissions-Tomographie; SSS = Sick-Sinus-Syndrom.

5. Herzschrittmacher bei Bradykardie und Erkrankungen des Erregungsleitungssystems

5.1 Stimulation bei Sinusknotenerkrankung

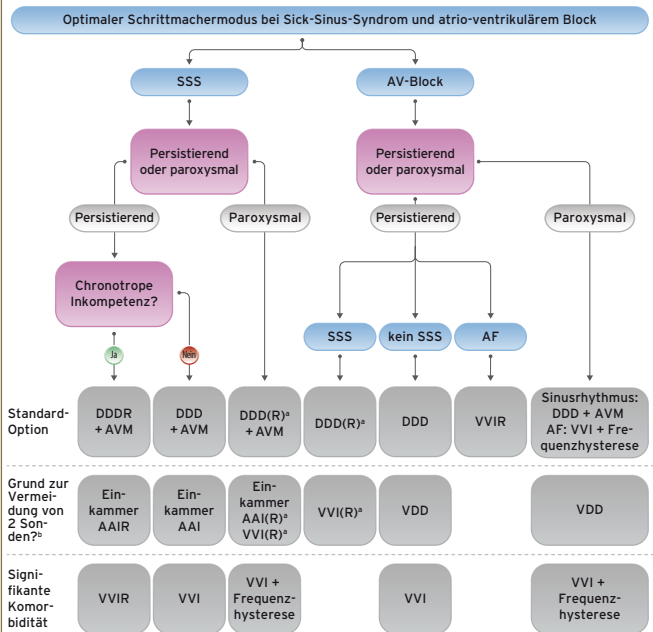
Für die Herzschrittmachertherapie bei asymptomatischem Sick-Sinus-Syndrom (SSS) wurde, im Gegensatz zur Stimulation bei AV-Block, nie ein prognostischer Nutzen belegt. Daher kann das SSS nur dann als geeignete Indikation für permanente Stimulation angesehen werden, wenn die durch das SSS verursachte Bradykardie symptomatisch ist. Die Etablierung eines Zusammenhangs zwischen Symptomen und einer Bradyarrhythmie ist ein wesentlicher Schritt bei der Entscheidungsfindung. Alter, begleitende Herzkrankheiten und andere Komorbiditäten können jedoch Schwierigkeiten bei der Etablierung einer eindeutigen Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen SSS und Symptomen bereiten.

Bei Patienten mit Synkope und asymptomatischen Pausen >6 s aufgrund eines Sinusarrests, kann Stimulation indiziert sein.

Auswahl des Schrittmachermodus und des Algorithmus

Für Patienten mit SSS wurde in kontrollierten Studien gezeigt, dass DDD-Stimulation der ventrikulären Einkammerstimulation in Bezug auf die Verringerung der Inzidenz von Vorhofflimmern überlegen ist. Diese Studien zeigten auch einen gewissen Einfluss der DDD-Stimulation auf das Auftreten von Schlaganfällen. Die Zweikammerstimulation verringert das Risiko eines Schrittmachersyndroms, das bei mehr als einem Viertel der Patienten mit SSS auftreten kann. Mögliche Ausnahmen sind sehr alte und/oder gebrechliche Patienten mit seltenen Pausen, die eine eingeschränkte Funktionsfähigkeit und/oder eine kurze Lebenserwartung haben.

Abbildung 5: Optimaler Stimulationsmodus und Auswahl des Algorithmus bei Sinusknotenerkrankung und atrioventrikulärem Block



AAI = Atriale Einkammer-Wahrnehmung/Stimulation; AAIR = Atriale Einkammer-Wahrnehmung/Stimulation mit Frequenzadaptation; AF = Vorhofflimmern; AV = atrioventrikulär; AVM = atrioventrikuläres Management (d. h. AV-Verzögerungsprogrammierung [Vermeidung von Werten > 230 ms] oder spezifische Algorithmen zur Vermeidung/Verringerung unnötiger Ventrikelstimulation); CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie (cardiac resynchronization therapy); DDD = Zweikammer-Wahrnehmung/Stimulation; DDDR = Zweikammer-Wahrnehmung/Stimulation mit Frequenzadaptation; SSS = Sick-Sinus-Syndrom; VDD = Zweikammer-Wahrnehmung mit ventrikulärer Stimulation; VVI = Ventrikuläre Einkammer-Wahrnehmung/Stimulation; VVIR = Ventrikuläre Einkammer-Wahrnehmung/Stimulation mit Frequenzadaptation.

^a(R) gibt an, dass die Programmierung eines solchen Schrittmachermodus nur im Falle einer chronotropen Inkompetenz vorzuziehen ist. ^bGründe für das Vermeiden von zwei Sonden sind u. a. niedriges Lebensalter und eingeschränkter venöser Zugang.

Hinweis: Bei Patienten, die Kandidaten für einen VVI/VDD-Schrittmacher sind, kann ein sondenloser Schrittmacher erwogen werden (siehe Abschnitt 7). Für kombinierte CRT-Indikationen, siehe Abschnitt 6. Adaptiert aus: Brignole et al., Eur Heart J (2013). doi: 10.1093/eurheartj/ehf150.

Empfehlungen zur Stimulation bei Sick-Sinus-Syndrom		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit SSS und einem DDD-Schrittmacher wird empfohlen, unnötige ventrikuläre Stimulation durch Programmierung zu minimieren.	I	A
Stimulation ist bei SSS indiziert, wenn die Symptome eindeutig auf Bradyarrhythmien zurückzuführen sind.	I	B
Bei symptomatischen Patienten mit Bradykardie/Tachykardie-Syndrom als Form des SSS ist Stimulation indiziert, um die Bradyarrhythmien zu korrigieren und medikamentöse Behandlung zu ermöglichen, es sei denn, eine Ablation der Tachyarrhythmie ist vorzuziehen.	I	B
Bei Patienten mit chronotroper Inkompetenz und deutlichen Symptomen unter Belastung sollte DDD-Stimulation mit Frequenzadaptation erwogen werden.	IIa	B
Eine Vorhofflimmerablation sollte als Strategie zur Vermeidung einer Schrittmacherimplantation bei Patienten mit vorhofflimmerbedingter Bradykardie oder symptomatischen präautomatischen Pausen nach einer Kardioversion erwogen werden, wobei die klinische Situation zu berücksichtigen ist.	IIa	C
Bei Patienten mit Bradykardie/Tachykardie-Syndrom als Form des SSS kann die Programmierung atrialer antitachykarder Stimulation erwogen werden.	IIb	B
Bei Patienten mit Synkopen kann eine Schrittmachtherapie erwogen werden, um wiederkehrende Synkopen zu reduzieren, wenn asymptomatische Pausen von mehr als 6 Sekunden aufgrund eines Sinusarrests dokumentiert sind.	IIb	C
Stimulation kann bei SSS erwogen werden, wenn die Symptome wahrscheinlich auf Bradyarrhythmien zurückzuführen sind, aber die Indizien nicht schlüssig sind.	IIb	C

Empfehlungen zur Stimulation bei Sick-Sinus-Syndrom (Fortsetzung)

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit Bradyarrhythmien bei SSS, die asymptomatisch sind oder auf vorübergehende, korrigierbare und abwendbare Ursachen zurückzuführen sind, wird Stimulation nicht empfohlen.	III	C

©ESC

DDD = atrioventrikuläre Zweikammer-Stimulation.

5.2 Stimulation bei atrioventrikulärem Block

Die Behandlung des AV-Blocks zielt darauf ab, Symptome zu bessern und Synkopen sowie den plötzlichen Herztod (SCD) zu verhindern.

Atrioventrikulärer Block ersten Grades

Die Indikation zur Stimulation beruht auf einer nachgewiesenen Korrelation zwischen Symptomen und AV-Block. Es gibt schwache Hinweise darauf, dass eine ausgeprägte PR-Verlängerung (d.h. ≥ 300 ms), insbesondere wenn sie während Belastung anhält oder sich verlängert, zu Symptomen wie bei einem Schrittmachersyndrom führen kann und/oder dass sich diese durch Stimulation bessern können. Die Korrelation mit Symptomen ist entscheidend.

AV-Block zweiten Grades vom Typ I (Typ Mobitz 1 oder Wenckebach)

Die Indikationen zur Stimulation sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

AV-Block II° Typ Mobitz 2, 2:1-AV-Block und höhergradigem AV-Block (mit einem P/QRS-Verhältnis von 3:1 oder höher, auch als hochgradiger AV-Block benannt), AV-Block dritten Grades

In Abwesenheit einer reversiblen Ursache sollten Patienten aufgrund des Risikos für das Auftreten schwerer Symptome und/oder einer möglichen Progression hin zu einem schwereren oder vollständigen AV-Block einen Herzschrittmacher erhalten, auch wenn keine Symptome vorliegen.

Paroxysmaler atrioventrikulärer Block

Aufgrund des Risikos von Synkopen und SCD sowie der möglichen Progression zu einem permanenten AV-Block sind die Indikationen für eine Stimulation bei paroxysmalem AV-Block dieselben wie bei permanentem AV-Block. Es ist von entscheidender Bedeutung, eine reversible Ursache auszuschließen und die reflektorisch bedingten Formen des AV-Blocks zu erkennen, die möglicherweise keine Stimulation erfordern.

Atrioventrikulärer Block bei permanentem Vorhofflimmern

Ohne eine potenziell reversible Ursache ist eine Bradykardie oder eine unangemessene chronotrope Antwort (aufgrund eines intermittierenden oder kompletten AV-Blocks), die mit Symptomen einhergeht oder damit hinreichend korreliert, eine Indikation zur Herzschrittmachertherapie. Ein hochgradiger oder infranodaler Block ist auch dann eine Indikation zur Stimulation, wenn keine Symptome vorliegen.

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie bei atrioventrikulärem Block

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Herzschrittmachertherapie ist bei Patienten mit SR und permanentem oder paroxysmalem AV-Block III°, AV-Block II° Typ Mobitz 2, infranodalem 2:1-AV-Block oder höhergradigem AV-Block unabhängig von Symptomen indiziert. ^a	I	C
Herzschrittmachertherapie ist bei Patienten mit atrialen Arrhythmien (hauptsächlich Vorhofflimmern) und permanentem oder paroxysmalem AV-Block III° oder höhergradigem AV-Block unabhängig von Symptomen indiziert.	I	C
Bei Patienten mit permanentem Vorhofflimmern, die einen Herzschrittmacher benötigen, wird ventrikuläre Stimulation mit Frequenzadaptation empfohlen.	I	C
Eine Stimulation sollte bei Patienten mit einem AV-Block II° Typ Mobitz 1 (Wenckebach) erwogen werden, der Symptome verursacht oder bei der EPU auf intra- oder infra-His-Ebene lokalisiert ist.	IIa	C

©ESC

Empfehlungen zur Stimulation bei atrioventrikulärem Block (Fortsetzung)

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit AV-Block sollte der DDD-Modus der ventrikulären Einkammerstimulation vorgezogen werden, um ein Schrittmachersyndrom zu vermeiden und die Lebensqualität zu verbessern.	Ila	A
Bei Patienten mit anhaltenden Symptomen, die denen eines Schrittmachersyndroms ähneln und eindeutig einem AV-Block ersten Grades ($PR > 0,3$ s) zuzuordnen sind, sollte die Implantation eines permanenten Herzschrittmachers erwogen werden.	Ila	C
Eine Herzschrittmachertherapie wird bei AV-Block aufgrund vorübergehender, korrigierbarer oder abwendbarer Ursachen nicht empfohlen.	III	C

DDD = atrioventrikuläre Zweikammer-Stimulation.

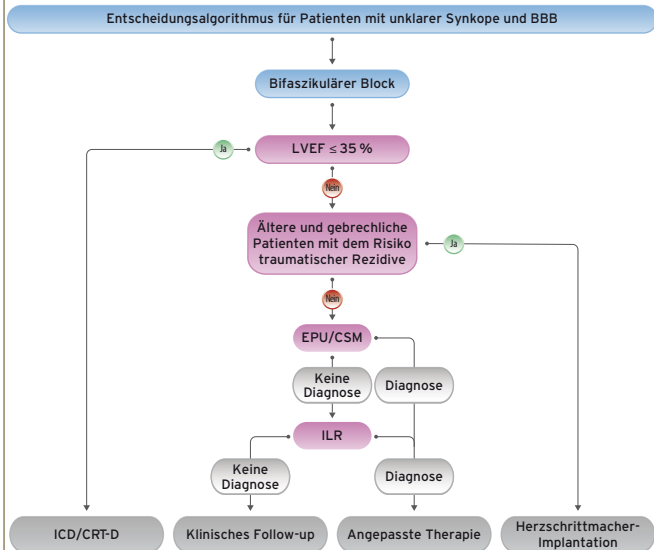
^a Bei asymptomatischem 2:1-AV-Block mit schmalen QRS-Komplex kann Stimulation vermieden werden, wenn klinisch der Verdacht auf einen suprahissären Block besteht (beobachteter Wenckebach-Block mit gleichzeitigem Verschwinden unter Belastung) oder dieser bei der EPU nachgewiesen wird.

5.3 Stimulation bei Erregungsleitungsstörungen ohne atrioventrikulären Block

Bifaszikulärer Block und unklare Synkope

Bei Patienten mit unklarer Synkope und bifaszikulärem Block ist die EPU sehr sensitiv in der Identifizierung von Patienten mit intermittierendem oder drohendem hochgradigen AV-Block. Eine negative EPU kann jedoch einen intermittierenden/paroxysmalen AV-Block als Synkopenursache nicht ausschließen. In der Tat wurde bei Patienten mit negativer EPU in etwa 50% der Fälle ein intermittierender oder anhaltender AV-Block durch den ILR dokumentiert. Daher können ältere Patienten mit bifaszikulärem Block und ungeklärten Synkopen von einer empirischen Schrittmachertherapie profitieren, insbesondere bei unvorhersehbaren und wiederkehrenden Synkopen, die den Patienten einem hohen Risiko von Rezidiven mit evtl. Verletzungen aussetzen. Die Entscheidung zur Implantation eines Herzschrittmachers bei diesen Patienten sollte auf einer individuellen Nutzen-Risiko-Abwägung beruhen.

Abbildung 6: Entscheidungsalgorithmus für Patienten mit unklarer Synkope und Schenkelblock



BBB = Schenkelblock (bundle branch block); CRT-D = Kardiale Resynchronisationstherapie mit Defibrillator (cardiac resynchronization therapy defibrillator); CSM = Karotissinus-Massage; EPU = elektrophysiologische Untersuchung; ICD = implantierbarer Kardioverter-Defibrillator; ILR = implantierbarer Ereignisrekorder; LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion.

Empfehlungen zur Stimulation bei Patienten mit Schenkelblock

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit ungeklärter Synkope und bifaszikulärem Block ist ein Herzschrittmacher indiziert, wenn entweder ein HV-Intervall von ≥ 70 ms, ein intra- oder infrahissärer Block zweiten oder dritten Grades während der inkrementellen Vorhofstimulation oder eine abnorme Reaktion auf eine pharmakologische Provokation vorliegt.	I	B
Herzschrittmachertherapie ist bei Patienten mit alternierendem BBB mit oder ohne Symptome indiziert.	I	C
Bei ausgewählten Patienten mit ungeklärter Synkope und bifaszikulärem Block (ältere, gebrechliche Patienten, Patienten mit Hochrisiko- oder rezidivierenden Synkopen) kann eine Schrittmachertherapie ohne EPU erwogen werden.	IIb	B
Bei asymptomatischem BBB oder bifaszikulärem Block wird eine Stimulation nicht empfohlen.	III	B

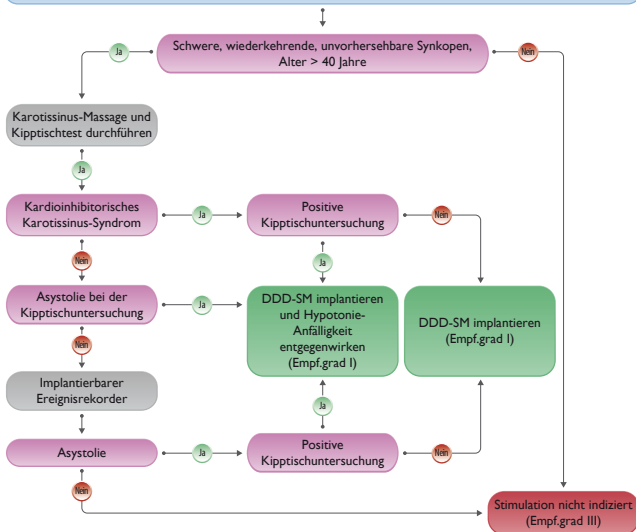
©ESC

5.4 Herzschrittmachertherapie bei Reflexsynkopen

Bei Patienten mit Reflexsynkopen sollte die Herzschrittmachertherapie das letzte Mittel sein und nur bei sehr ausgewählten Patienten erwogen werden (d.h. bei Patienten über 40 Jahren [meist >60 Jahre], die von schweren Formen von Reflexsynkopen mit häufigen Rezidiven betroffen sind, die mit hohem Verletzungsrisiko verbunden sind, oft ohne Prodromalsymptome).

Abbildung 7: Entscheidungspfad zur Herzschrittmachertherapie bei Patienten mit Reflexsynkope

Einordnung der Herzschrittmachertherapie bei Patienten mit Reflexsynkope



DDD = atrioventrikulärer Zweikammer-Schrittmacher.

Hinweis: Das kardioinhibitorische Karotissinus-Syndrom liegt vor, wenn die spontane Synkope durch die Karotissinus-Massage bei einer asystolischen Pause > 3 s reproduziert wird. Eine positive asystolische Kipptischuntersuchung liegt vor, wenn die spontane Synkope bei einer asystolischen Pause > 3 s reproduziert wird. Eine oder mehrere von einem implantierten Ereignisrekorder aufgezeichnete symptomatische Pausen > 3 s oder asymptotische Pausen > 6 s bei Sinusarrest, AV-Block oder einer Kombination aus beidem werden als Asystolie gewertet.

Adaptiert aus: Brignole et al. Eur Heart J (2018). doi: 10.1093/eurheartj/ehy037.

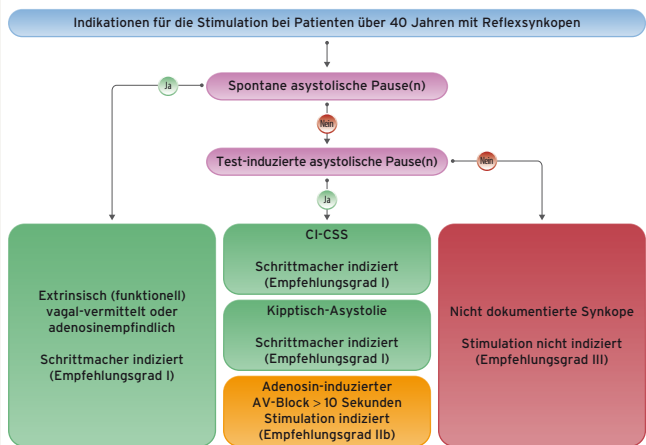
©ESC

Indikationen für die Stimulation

Eine Herzschrittmachertherapie wird bei ausgewählten Patienten mit Reflexsynkopen empfohlen (d.h. bei >40-Jährigen mit schweren, wiederkehrenden, unvorhersehbaren Synkopen, wenn eine Asystolie dokumentiert wurde, die entweder durch eine CSM oder eine Kipptischuntersuchung ausgelöst oder durch ein Überwachungssystem aufgezeichnet wurde).

Es gibt schwache Hinweise darauf, dass ein DDD-Schrittmacher bei Patienten mit klinischen Merkmalen einer adenosinempfindlichen Synkope zur Verringerung von Synkopen-Rezidiven nützlich sein kann.

Abbildung 8: Zusammenfassung der Indikationen für die Stimulation bei >40 jährigen Patienten mit Reflexsynkopen



CI-CSS = kardioinhibitorisches Karotissinus-Syndrom (cardioinhibitory carotid sinus syndrome)

Hinweis: Eine oder mehrere symptomatische Pausen >3 s oder asymptotische Pausen >6 s bei Sinusarrest, AV-Block oder einer Kombination aus beidem sind als eine spontane Asystolie zu werten. Ein kardioinhibitorisches CSS liegt vor, wenn die spontane Synkope durch den CSM bei Vorliegen einer asystolischen Pause >3 s reproduziert wird. Ein positiver asystolischer Kipptisch-Test liegt vor, wenn die spontane Synkope in Gegenwart einer asystolischen Pause >3 s reproduziert wird. Adaptiert aus: Brignole et al., Eur Heart J (2018). doi: 10.1093/eurheartj/ehy037.

Empfehlungen zur Stimulation bei Reflexsynkopen		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
<p>Eine Zweikammer-Herzschrittmachertherapie ist zur Verringerung wiederkehrender Synkopen bei Patienten im Alter von >40 Jahren mit schweren, unvorhersehbaren, wiederkehrenden Synkopen indiziert bei:</p> <ul style="list-style-type: none"> • spontaner, dokumentierter symptomatischer Asystolie >3 s oder asymptomatischer Pause >6 s aufgrund von Sinusarrest oder AV-Block oder • kardioinhibitorischem Karotissinus-Syndrom; oder • asystolischer Synkope während der Kipptischuntersuchung. 	I	A
<p>Eine Zweikammer-Herzschrittmachertherapie kann erwogen werden, um bei Patienten mit den klinischen Merkmalen einer Adenosin-sensitiven Synkope das Wiederauftreten von Synkopen zu verringern.</p>	IIb	B
<p>Eine Herzschrittmachertherapie ist nicht indiziert, wenn kein kardioinhibitorischer Reflex dokumentiert ist.</p>	III	B

©ESC

5.5 Stimulation bei vermuteter Bradykardie (ohne Dokumentation)

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie bei Patienten mit Verdacht auf (nicht nachgewiesene) Synkope und unklaren Stürzen

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit wiederholten ungeklärten Stürzen sollte die gleiche Abklärung wie bei ungeklärten Synkopen erwogen werden.	IIa	C
Bei Patienten mit unklaren Stürzen wird eine Stimulation nicht empfohlen, wenn keine andere gesicherte HSM-Indikation vorliegt.	III	B
Bei Patienten mit unklarer Synkope ohne Anzeichen eines SSS oder einer Erregungsleitungsstörung wird eine Stimulation nicht empfohlen.	III	C

© ESC

6. Kardiale Resynchronisationstherapie

6.1 Epidemiologie, Prognose und Pathophysiologie der Herzinsuffizienz, die sich für kardiale Resynchronisationstherapie durch biventrikuläre Stimulation eignet

Unter Bezugnahme auf die Einschlusskriterien der wichtigsten RCTs zur CRT (NYHA II–IV, QRS-Dauer >130 ms und EF <35–40 %), können schätzungsweise 15–30 % der Patienten mit HFrEF von CRT profitieren. In RCTs zeigte sich der größte nutzenbezogene Effekt auf Morbidität und Mortalität bei Patientengruppen mit einer EF ≤35 %, mit überwiegendem Sinusrhythmus, mit NYHA-Stadium II–IV, mit LSB-Muster >130ms und mit einer optimalen medikamentösen Therapie einschließlich Betablocker, ACE/ARB und MRAs (neuere Wirkstoffe wurden nicht berücksichtigt). In anderen Patientengruppen hatten diejenigen mit einem QRS >150 ms, weiblichem Geschlecht und langem PR-Intervall tendenziell einen größeren Nutzen.

6.2 Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie: Patienten im Sinusrhythmus

Empfehlungen für die kardiale Resynchronisationstherapie bei Patienten im Sinusrhythmus

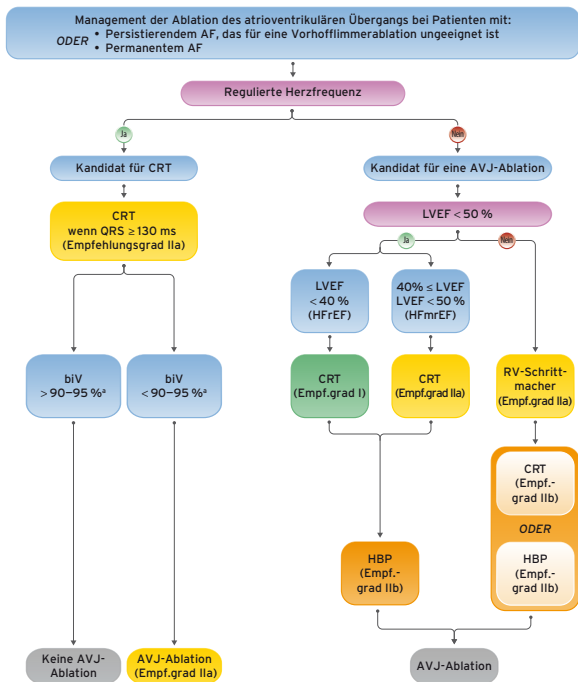
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
LSB-QRS-Morphologie		
CRT wird für symptomatische HF-Patienten in SR mit LVEF $\leq 35\%$, QRS-Dauer ≥ 150 ms und LSB-Morphologie trotz OMT empfohlen, um die Symptome zu bessern sowie die Morbidität und Mortalität zu verringern.	I	A
CRT sollte für symptomatische HF-Patienten in SR mit LVEF $\leq 35\%$, QRS-Dauer 130–149 ms und LSB-Morphologie trotz OMT erwogen werden, um die Symptome zu bessern sowie die Morbidität und Mortalität zu verringern.	IIa	B
Nicht-LSB-QRS-Morphologie		
CRT sollte für symptomatische HF-Patienten in SR mit LVEF $\leq 35\%$, QRS-Dauer ≥ 150 ms und Nicht-LSB-Morphologie trotz OMT erwogen werden, um die Symptome zu bessern und die Morbidität zu verringern.	IIa	B
CRT kann für symptomatische HF-Patienten in SR mit LVEF $\leq 35\%$, QRS-Dauer 130–149 ms und Nicht-LSB-QRS-Morphologie trotz OMT erwogen werden, um die Symptome zu bessern und die Morbidität zu verringern.	IIb	B
QRS-Dauer		
Die CRT ist bei Patienten mit HF und einer QRS-Dauer < 130 ms ohne Indikation für eine ventrikuläre Stimulation nicht indiziert.	III	A

©ESC

6.3 Patienten mit Vorhofflimmern

Dieser Abschnitt bezieht sich auf Patienten mit persistierendem oder permanentem Vorhofflimmern, die nicht für eine Vorhofflimmerablation infrage kommen. Es gibt nur wenige Informationen über diese Patientengruppe, einschließlich fehlender Daten über die Auswirkung der QRS-Breite und -Morphologie auf das Ansprechen auf die CRT und spärliche Informationen über Patienten in NYHA II. Um den Nutzen der CRT sicherzustellen, muss eine nahezu 100-prozentige ununterbrochene Stimulation in den Herzkammern aufrechterhalten werden, was häufig nur auf Kosten einer AV-junktionalen Ablation erreichbar ist.

Abbildung 9: Indikation für die Ablation des atrioventrikulären Übergangs bei Patienten mit symptomatischem permanenten Vorhofflimmern oder persistierendem Vorhofflimmern, die für eine Vorhofflimmerablation nicht geeignet sind



AF = Vorhofflimmern; AVJ = atrioventrikulärer Übergang; biV = biventrikulär; CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie (cardiac resynchronization therapy); ESC = Europäische Gesellschaft für Kardiologie; HBP = His-Bündel-Stimulation (his bundle pacing); HFmrEF = Herzinsuffizienz mit mäßiggradig eingeschränkter Ejektionsfraktion; HFrEF = Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion; LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion; QRS = Q-, R- und S-Zacken; RV = rechtsventrikulär/rechter Ventrikel.

^a Durch eine schnelle ventrikuläre Überleitung. Hinweis: Siehe auch die Empfehlungen in den ESC-Leitlinien zum Vorhofflimmern.

Empfehlungen: Indikationen zur kardialen Resynchronisationstherapie bei Patienten mit persistierendem oder permanentem Vorhofflimmern

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
1) Bei HF-Patienten mit permanentem Vorhofflimmern, die Kandidaten für CRT sind:		
1A) CRT sollte für HF-Patienten mit einer LVEF $\leq 35\%$ in NYHA-Klasse III oder IV trotz OMT erwogen werden, wenn sie Vorhofflimmern und einen intrinsischen QRS ≥ 130 ms haben, sofern eine Strategie zur Sicherstellung biventrikulärer Stimulation vorhanden ist, um die Symptome zu bessern sowie die Morbidität und Mortalität zu verringern.	Ila	C
1B) Die AV-Knoten-Ablation sollte im Falle einer unzureichenden biventrikulären Stimulation ($<90\text{--}95\%$) aufgrund von übergeleitetem Vorhofflimmern durchgeführt werden.	Ila	B
2) Bei Patienten mit symptomatischem Vorhofflimmern und unzureichender Frequenzkontrolle, die für eine AV-Knoten-Ablation infrage kommen (unabhängig von der QRS-Dauer):		
2A) Die CRT wird bei Patienten mit HFrEF empfohlen.	I	B
2B) Bei Patienten mit HFmrEF sollte eher CRT als Standard-RV-Stimulation erwogen werden.	Ila	C
2C) RV-Stimulation sollte bei Patienten mit HFpEF erwogen werden.	Ila	B
2D) CRT kann bei Patienten mit HFpEF erwogen werden.	IIb	C

AVJ = atrioventrikulärer Übergang; HFrEF = Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion ($<40\%$); HFmrEF = Herzinsuffizienz mit mäßiggradig eingeschränkter Ejektionsfraktion ($40\text{--}49\%$); HFpEF = Herzinsuffizienz mit erhaltener Ejektionsfraktion ($\geq 50\%$) gemäß der ESC HF-Leitlinie von 2021.

6.4 Patienten mit konventionellem Herzschrittmacher oder implantierbarem Kardioverter-Defibrillator, die bei denen eine Erweiterung auf kardiale Resynchronisationstherapie erforderlich ist

Upgrade-Eingriffe machen ein Viertel aller CRT-Implantationen aus. Informationen über Upgrades stammen aus Beobachtungsstudien und aus Subgruppenanalysen großer CRT-Studien. Bislang gibt es keinen abgeschlossenen RCT, der sich mit Upgrades befasst.

Empfehlung zur Umstellung von rechtsventrikulärer Stimulation auf kardiale Resynchronisationstherapie

Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Für Patienten, die einen konventionellen Herzschrittmacher oder ICD erhalten haben und in der Folge trotz OMT eine symptomatische HF mit einer LVEF $\leq 35\%$ entwickeln und bei denen ein signifikanter ^a Anteil von RV-Stimulation vorliegt, sollte ein Upgrade auf CRT erwogen werden.	IIa	B

©ESC

^a Eine Grenze von 20 % RV-Stimulation für die Erwägung von Interventionen bei schrittmacherinduzierter HF wird durch Beobachtungsstudien unterstützt. Es gibt jedoch keine Daten, die belegen, dass ein bestimmter Prozentsatz der RV-Stimulation als echte Grenze angesehen werden kann, unterhalb derer die RV-Stimulation sicher ist und oberhalb derer sie schädlich ist.

6.5 Stimulation bei Patienten mit verminderter linksventrikulärer Ejektionsfraktion und einer konventionellen Indikation für antibradykarde Stimulation

Empfehlung für Patienten mit Herzinsuffizienz und atrioventrikulärem Block

Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Für Patienten mit HFrEF ($<40\%$), die eine Indikation zur ventrikulären Stimulation und einen hochgradigen AV-Block haben, wird zur Senkung der Morbidität eher CRT als eine RV-Stimulation empfohlen, unabhängig von der NYHA-Klasse. Dies gilt auch für Patienten mit Vorhofflimmern.	I	A

©ESC

HFrEF = Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion ($<40\%$) gemäß der ESC HF-Leitlinie von 2021.

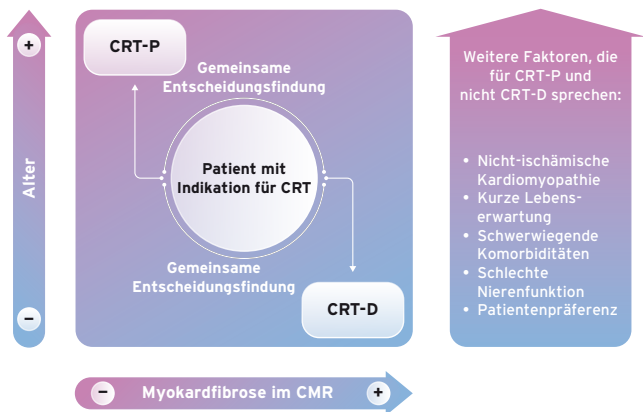
6.6 Nutzen der Hinzunahme eines implantierbaren Kardioverter-Defibrillators bei Patienten mit Indikationen zur kardialen Resynchronisationstherapie

Es gibt bislang keine RCTs, die CRT-P mit CRT-D vergleichen. Es ist zwar klar, dass die CRT per se die Sterblichkeit senkt, aber in den meisten RCTs wurde eher CRT-D als CRT-P eingesetzt, insbesondere bei Patienten mit NYHA II. Darüber hinaus haben mehrere Beobachtungsstudien einen Überlebensvorteil von CRT-D gegenüber CRT-P gezeigt, insbesondere bei Patienten mit ischämischer Kardiomyopathie. Es wird empfohlen, in dieser Situation eine gemeinsame Entscheidungsfindung anzustreben und verschiedene Patientencharakteristika zu berücksichtigen, wie in **Abbildung 10** dargestellt.

Empfehlungen für den Einsatz eines Defibrillators mit kardialer Resynchronisationstherapie		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten, die für einen ICD infrage kommen und bei denen eine CRT-Indikation vorliegt, wird die CRT-D-Implantation empfohlen.	I	A
Bei Patienten, die für CRT infrage kommen, sollte eine CRT-D-Implantation nach individueller Risikobewertung und in einer gemeinsamen Entscheidungsfindung erwogen werden.	Ila	B

©ESC

Abbildung 10: Klinische Merkmale und Präferenzen des Patienten, die bei der Entscheidung zwischen Herzschrittmacher und Defibrillator für die kardiale Resynchronisationstherapie zu berücksichtigen sind



CMR = Kardiale Magnetresonanztomographie (cardiac magnetic resonance);
 CRT-D = Kardiale Resynchronisationstherapie mit Defibrillator (cardiac resynchronization therapy defibrillator); CRT-P = Kardiale Resynchronisationstherapie mit Schrittmacher (cardiac resynchronization therapy pacemaker).

©ESC

7. Alternative Stimulationstrategien und -orte

7.1 Septale Stimulation

Eine echte septale RV-Stimulation ist nicht leicht zu erreichen und festzustellen, und es wurden weder vorteilhafte noch schädliche Auswirkungen der septalen RV-Stimulation im Vergleich zur apikalen RV-Stimulation auf relevante klinische Endpunkte nachgewiesen. Die derzeitige Datenlage erlaubt keine systematische Empfehlung der septalen oder apikalen RV-Stimulation für alle Patienten.

7.2 His-Bündel-Stimulation

Die HBP gewinnt immer mehr an Interesse, da sie eine physiologischere Alternative zur RV-Stimulation darstellt. Sie kann auch die intraventrikuläre Leitungsverzögerung bei einer Untergruppe von Patienten korrigieren und damit eine Alternative zur biventrikulären Stimulation zur Behandlung von HF darstellen. Die Einführung von neuem Material hat die Implantation erleichtert, die in einer wachsenden Zahl von Zentren zur Routine geworden ist. Die HBP kann anstelle der RV-Stimulation, der biventrikulären Stimulation und als His-optimierte CRT (HOT CRT) eingesetzt werden, bei der ein Synergieeffekt zwischen HBP und RV-Stimulation, LV-Stimulation oder biventrikulärer Stimulation zur Verbesserung der Synchronizität genutzt wird. Es gibt immer mehr Hinweise, vor allem aus Beobachtungsstudien, dass die HBP in diesen Situationen sicher und wirksam sein kann. Allerdings fehlen noch große RCTs und langfristige Nachbeobachtungen, so dass diese Technik nicht mit hohem Empfehlungsgrad empfohlen wird. Da mehr Daten zur Sicherheit und Wirksamkeit vorliegen, wird die HBP in der Zukunft wahrscheinlich eine wachsende Rolle in der Schrittmachertherapie spielen.

Eine RV-Backup-Elektrode sollte bei geringerer Implantationserfahrung in Erwägung gezogen werden oder bei hohen Reizschwellen oder Sensingproblemen, bei schrittmacherabhängigen Patienten oder bei Patienten, bei denen eine AV-Knoten-Ablation geplant ist, sowie bei Patienten mit höhergradigem oder infranodalem Block. Die Vor- und Nachteile sind in **Tabelle 6** aufgeführt.

Tabelle 6: Vor- und Nachteile einer ventrikulären „Backup“-Elektrode bei His-Bündel-Stimulation

Vorteile

- Erhöhte Sicherheit (für den Fall eines Captureverlustes der HBP-Elektrode)
- Kann für Sensing verwendet werden (geringeres Risiko von ventrikulärem Undersensing, kein Risiko von His- oder Vorhof-Oversensing)
- Programmierung der Stimulationsspannung mit geringerem Sicherheitsabstand
- Kann zu schmalere QRS-Komplex mit Fusionsstimulation bei selektiver HBP mit unkorrigiertem RSB führen

Tabelle 6: Vor- und Nachteile einer ventrikulären „Backup“-Elektrode bei His-Bündel-Stimulation (Fortsetzung)

Nachteile

- Höhere Kosten
- Mehr transvenöse Sonden
- Risiko im Zusammenhang mit der zusätzlichen Elektrode (z.B. Ventrikelperforation)
- Komplexere Programmierung
- „Off-label“-Verwendung (die derzeitige behördliche Zulassung und MRT-Bedingungen für HBP gelten nur für His-Elektroden, die am RV-Port angeschlossen sind)

©ESC

7.3 Linksschenkelstimulation

Bei der Linksschenkelstimulation wird die Elektrode leicht distal des His-Bündels implantiert und tief in das LV-Septum geschraubt, um idealerweise den linken Schenkel zu erreichen. Die Vorteile dieser Technik liegen darin, dass die elektrischen Parameter in der Regel ausgezeichnet sind, dass sie bei Blöcken erfolgreich angewandt werden kann, die für eine HBP-Behandlung zu weit distal liegen, und dass sie auch die AVJ-Ablation erleichtert, die mit der HBP schwierig sein kann. Obwohl die Technik sehr vielversprechend ist, gibt es bisher nur wenige Daten zu dieser Modalität, und es bestehen Bedenken hinsichtlich der langfristigen Elektrodenfunktion und der Durchführbarkeit der Elektrodenextraktion. Zum jetzigen Zeitpunkt können daher keine Empfehlungen für die Anwendung der Linksschenkelstimulation ausgesprochen werden.

Empfehlungen zum Einsatz der His-Bündel-Stimulation

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten, die mit HBP behandelt werden, wird eine auf die spezifischen Anforderungen von HBP zugeschnittene Aggregatprogrammierung empfohlen.	I	C
Bei CRT-Kandidaten, bei denen die Implantation einer Koronarsinus-Elektrode erfolglos ist, sollte HBP als Behandlungsoption zusammen mit anderen Techniken wie der chirurgisch applizierten epikardialen Elektrode erwogen werden.	IIa	B
Bei Patienten, die mit HBP behandelt werden, sollte die Implantation einer RV-Elektrode als „Backup“ für die Stimulation in bestimmten Situationen (z. B. bei Schrittmacherabhängigkeit, hochgradigem AV-Block, infranodalem Block, hoher Reizschwelle, geplanter AVJ-Ablation) oder für das Sensing bei Detektionsproblemen (z. B. Risiko von ventrikulärem Undersensing oder Oversensing von Vorhof- oder His-Potenzialen) erwogen werden.	IIa	C
HBP mit einer ventrikulären Backup-Elektrode kann bei Patienten erwogen werden, bei denen eine „Pace-and-ablate“-Strategie schnell übergeleiteter Arrhythmien indiziert ist, insbesondere wenn der intrinsische QRS schmal ist.	IIb	C
HBP kann als Alternative zur RV-Stimulation bei Patienten mit AV-Block und LVEF > 40 % erwogen werden, bei denen ventrikuläre Stimulation von > 20 % zu erwarten ist.	IIb	C

AVJ = atrioventrikulärer Übergang.

7.4 Sondenlose Herzschrittmachertherapie

Sondenlose Herzschrittmacher wurden entwickelt, um den Limitationen zu begegnen, die typischerweise mit der Aggregattasche und den transvenösen Sonden herkömmlicher Schrittmachersysteme verbunden sind. Zu den Indikationen für sondenlose Herzschrittmacher gehören der Verschluss des venösen Zugangs, der für die Standardschrittmacherimplantation verwendet wird (z. B. bilaterales venöses Thoracic-Outlet-Syndrom oder chronische Obstruktion der Vena cava superior), Probleme mit der Tasche (z. B. bei Kachexie oder Demenz) oder ein besonders erhöhtes Infektionsrisiko (z. B. bei Dialyse oder früherer Infektion mit einem kardiovaskulären implantierbaren elektronischen Device [CIED]). Derzeit liegen keine Daten aus RCTs vor, die die langfristige Sicherheit und Wirksamkeit von sondenlosen im Vergleich zu konventionellen transvenösen Herzschrittmachern belegen, weshalb die Indikation für einen sondenlosen Herzschrittmacher von Fall zu Fall sorgfältig geprüft werden sollte.

Empfehlungen zum Einsatz sondenloser Herzschrittmachertherapie

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Sondenlose Herzschrittmacher sollten als Alternative zu transvenösen Herzschrittmachern erwogen werden, wenn kein Venenzugang zu den oberen Extremitäten vorhanden ist oder wenn das Risiko einer Infektion der Gerätetasche besonders hoch ist, z. B. bei früheren Infektionen und bei hämodialysepflichtigen Patienten.	IIa	B
Sondenlose Herzschrittmacher können als Alternative zur konventionellen ventrikulären Einkammerstimulation erwogen werden, wobei die Lebenserwartung berücksichtigt werden und eine gemeinsame Entscheidungsfindung erfolgen sollte.	IIb	C

©ESC

8. Indikationen für die Herzschrittmachertherapie in speziellen Situationen

8.1 Stimulation bei akutem Myokardinfarkt

Bei Patienten mit akutem Herzinfarkt kann es aufgrund autonomer Einflüsse oder einer Schädigung des Erregungsleitungssystems durch Ischämie und/oder Reperfusion zu erheblichen Bradyarrhythmien einschließlich AV-Blockierungen kommen. In den meisten Fällen verschwinden sie innerhalb weniger Tage. Wenn sich ein höhergradiger AV-Block nicht innerhalb einer Wartezeit von 5–10 Tagen, je nach klinischen Umständen, zurückbildet, ist die Implantation eines permanenten Schrittmachers nach den gleichen Empfehlungen wie in einer allgemeinen Patientenpopulation indiziert. Bei ausgewählten Patienten mit HF und schlechter LV-Funktion, die nach einem MI eine frühzeitige permanente Stimulation benötigen, kann anstelle eines konventionellen Herzschrittmachers ein ICD oder ein CRT-P/D-System erwogen werden.

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie nach akutem Myokardinfarkt

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Die Implantation eines permanenten Herzschrittmachers ist nach den gleichen Empfehlungen wie in einer allgemeinen Patientenpopulation (Abschnitt 5.2) indiziert, wenn sich ein höhergradiger AV-Block nicht innerhalb einer Wartezeit von mindestens 5 Tagen nach dem MI zurückbildet.	I	C
Bei ausgewählten Patienten mit höhergradigem AV-Block im Zusammenhang mit einem Vorderwandinfarkt und akuter HF kann eine frühzeitige Aggregateimplantation (CRT-D/CRT-P) in Erwogen werden.	IIb	C
Eine Herzschrittmachertherapie wird nicht empfohlen, wenn sich der AV-Block nach einer Revaskularisierung oder spontan zurückbildet.	III	B

©ESC

8.2 Stimulation nach Herzoperationen und Herztransplantation

Bradyarrhythmien sind nach Herzoperationen und Herztransplantation nicht ungewöhnlich. Die Indikationen für eine permanente Stimulation sind dieselben wie in einer allgemeinen Patientenpopulation, aber der Zeitpunkt der permanenten

SM-Implantation nach einer Operation kann je nach Art der Operation und der Bradyarrhythmie variieren.

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie nach Herzoperationen und Herztransplantation		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
1) Hochgradiger oder vollständiger AV-Block nach herzchirurgischen Eingriffen Eine klinische Beobachtungszeit von mindestens 5 Tagen ist indiziert, um zu beurteilen, ob die Rhythmusstörung vorübergehend ist und verschwindet. Im Falle eines vollständigen AV-Blocks mit langsamen oder fehlendem Ersatzrhythmus, dessen Verschwinden unwahrscheinlich ist, kann dieser Beobachtungszeitraum jedoch verkürzt werden.	I	C
2) Operation wegen Klappenendokarditis und intraoperativ kompletter AV-Block Eine sofortige epikardiale Schrittmacherimplantation sollte bei Patienten mit operativer Klappenendokarditis und totalem AV-Block in Erwägung gezogen werden, wenn einer der folgenden Prädiktoren für eine Persistenz vorliegt: präoperative Erregungsleitungsanomalie, Infektion mit Staphylococcus aureus, intrakardialer Abszess, Beteiligung der Trikuspidalklappe oder frühere Klappenoperationen.	IIa	C
3) SSS nach herzchirurgischen Eingriffen und Herztransplantation Vor der Implantation eines permanenten Herzschrittmachers sollte eine Beobachtungszeit von bis zu 6 Wochen erwogen werden.	IIa	C
4) Chronotrope Inkompetenz nach Herztransplantation Bei chronotroper Inkompetenz, die länger als 6 Wochen nach einer Herztransplantation besteht, sollte eine Herzschrittmachertherapie erwogen werden, um die Lebensqualität zu verbessern.	IIa	C

©ESC

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie nach Herzoperationen und Herztransplantation (Fortsetzung)

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
5) Patienten, die zum Zeitpunkt der Trikuspidalklappenoperation einen Schrittmacher benötigen Transvalvuläre Elektroden sollten vermieden und epikardiale ventrikuläre Elektroden verwendet werden. Bei einer Trikuspidalklappenoperation sollte die Entfernung bereits vorhandener transvalvulärer Elektroden erwogen und dem Einnähen der Elektrode zwischen dem Annulus und einer Bioprothese oder einem Annuloplastie-Ring vorgezogen werden. Bei einer isolierten Trikuspidalklappen-Annuloplastie kann auf der Grundlage einer individuellen Nutzen-Risiko-Analyse eine bereits vorhandene RV-Elektrode an Ort und Stelle belassen werden, ohne sie zwischen Ring und Anulus einzunähen.	Ila	C
6) Patienten, die nach einem biologischen Trikuspidalklappenersatz/einer Trikuspidalklappenrekonstruktion Stimulation benötigen Wenn eine ventrikuläre Stimulation indiziert ist, kann die transvenöse Implantation einer Koronarsinus-Elektrode oder die minimalinvasive Platzierung einer epikardialen ventrikulären Elektrode erwogen und einem transvenösen transvalvulären Vorgehen vorgezogen werden.	Ila	C
7) Patienten, die nach einem mechanischen Trikuspidalklappenersatz eine Stimulation benötigen Die Implantation einer transvalvulären RV-Elektrode ist zu vermeiden.	III	C

©ESC

8.3 Stimulation nach Transkatheter-Aortenklappenimplantation

Die Rate der permanenten Schrittmacherimplantation nach TAVI liegt zwischen 3 % und 26 %. Die Prädiktoren für eine permanente Schrittmacherimplantation (Tabelle 7), insbesondere der RSB, der sich als konsistentester und stärkster Prädiktor für eine permanente Schrittmacherimplantation erwiesen hat, sollten in die

Verfahrensplanung einbezogen werden, einschließlich der Auswahl der Transkatheter-Herzklappe, der Implantationshöhe und der Balloninflation. Ein empfohlener Ansatz für die Behandlung von Erregungsleitungsanomalien nach TAVI ist in **Abbildung 11** dargestellt.

Tabelle 7: Prädiktoren für eine permanente Stimulation nach Transkatheter-Aortenklappen-implantation

Merkmale

EKG

Rechtsschenkelblock

Verlängertes PR-Intervall

Linksanteriorer Hemiblock

Patient

Höheres Alter

Männliches Geschlecht

Größerer Body-Mass-Index

Anatomisch

Schwere Verkalkung des Mitralanulus

Verkalkungen des LV-Ausflusstrakts

Länge des membranösen Septums

Porzellan-Aorta

Höherer mittlerer Aortenklappen-Gradient

Verfahren

Selbst-expandierbare Klappe

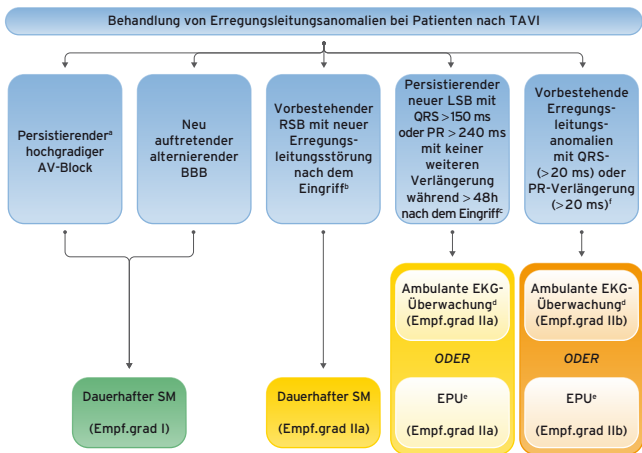
Tiefere Klappenimplantation

Größeres Verhältnis zwischen dem Prothesendurchmesser und dem Durchmesser des Anulus oder des LV-Ausflusstrakts

Nachdilatation

TAVI vs. Valve-in-Valve

Abbildung 11: Behandlung von Erregungsleitungsanomalien nach Transkatheter-Aortenklappenimplantation



AF = Vorhofflimmern; AV = atrioventrikulär; BBB = Schenkelblock (bundle branch block); EKG = Elektrokardiogramm; EPU = elektrophysiologische Untersuchung; LSB Links-schenkelblock; LVEF = Linksventrikuläre Ejektionsfraktion; QRS = Q-, R- und S-Zacken; RSB = Rechtsschenkelblock; SM = Schrittmacher; TAVI = Transkatheter-Aortenklappen-Implantation (transcatheter aortic valve implantation).

^a 24–48 Stunden nach dem Eingriff.

^b Transienter hochgradiger AV-Block, verlängertes PR-Intervall oder QRS-Vektorwechsel.

^c Zu den Hochrisikoparametern für einen hochgradigen AV-Block bei Patienten mit neu aufgetretenem LSB gehören: Vorhofflimmern, verlängertes PR-Intervall und LVEF < 40 %.

^d Ambulante kontinuierliche EKG-Überwachung über 7–30 Tage.

^e HV-Intervall ≥ 70 ms sollte als Argument für eine permanente Stimulation angesehen werden.

^f Mit keiner weiteren QRS- oder PR-Verlängerung während der 48-stündigen Beobachtung.

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie nach Transkatheter-Aortenklappenimplantation

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit komplettem oder hochgradigem AV-Block, der über 24–48 Stunden nach der TAVI anhält, wird eine permanente Stimulation empfohlen.	I	B
Herzschrittmachertherapie ist empfohlen für Patienten mit neu aufgetretenem alternierendem BBB nach TAVI.	I	C
Eine frühzeitige ^a permanente Stimulation sollte erwogen werden bei Patienten mit vorbestehendem RSB, die während oder nach der TAVI eine weitere Überleitungsstörung entwickeln. ^b	IIa	B
Eine ambulante EKG-Überwachung ^c oder EPU ^d sollte für Patienten mit neuem LSB mit QRS >150 ms oder PR >240 ms ohne weitere Verlängerung in den >48 h nach TAVI erwogen werden.	IIa	C
Langzeit-EKG-Monitoring ^c oder eine EPU ^d kann bei Patienten mit einer vorbestehenden Erregungsleitungsstörung erwogen werden, die eine QRS- oder PR-Verlängerung von >20 ms aufweisen. ^e	IIb	C
Die prophylaktische Implantation eines permanenten Herzschrittmachers ist vor einer TAVI bei Patienten mit RSB und ohne Indikation für eine permanente Stimulation nicht indiziert.	III	C

©ESC

Zur Definition des alternierenden BBB siehe Abschnitt über Indikationen für die Stimulation.

^a Unmittelbar nach dem Eingriff oder innerhalb von 24 Stunden.

^b Transienter hochgradiger AV-Block, verlängertes PR-Intervall oder QRS-Vektorwechsel.

^c Ambulante kontinuierliche EKG-Überwachung (implantierbar oder extern) für 7–30 Tage.

^d EPU sollte ≥ 3 Tage nach TAVI durchgeführt werden. Eine Erregungsleitungsverzögerung mit HV-Intervall ≥ 70 ms kann als Argument für eine permanente Stimulation angesehen werden.

^e Während der 48-stündigen Beobachtungszeit keine weitere QRS- oder PR-Verlängerung.

Hinweis: Für die CRT bei Patienten, die nach einer TAVI eine Stimulation benötigen, gilt die gleiche Indikation wie für allgemeine Patienten (siehe Abschnitt 6).

8.4 Kardiale Stimulation und kardiale Resynchronisationstherapie bei angeborener Herzerkrankung

Eine permanente Schrittmachertherapie bei Patienten mit angeborenem Herzfehler (AHF) sollte in Zentren mit einem multidisziplinären Team und Fachkenntnissen in der AHF-bezogenen Aggregatetherapie durchgeführt werden. Im Allgemeinen basiert die Entscheidungsfindung für eine Schrittmachertherapie bei AHF-Patienten auf dem Konsens von Experten und einer individuellen Bewertung, da es keine Evidenz aus RCTs gibt.

Standardindikationen für CRT können bei AHF erwogen werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Anatomie, die Morphologie des systemischen Ventrikels und die Ursache der Dyssynchronie sowie die QRS-Morphologie atypisch sein können.

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit kongenitalem kompletten oder hochgradigem AV-Block wird eine Stimulation empfohlen, wenn einer der folgenden Risikofaktoren vorliegt: a) Symptome b) Pausen >3x der Zykluslänge des ventrikulären Ersatzrhythmus c) Ersatzrhythmus mit breitem QRS-Komplex d) Verlängertes QT-Intervall e) Komplexe ventrikuläre Ektopie f) Mittlere Herzfrequenz tagsüber <50 bpm	I	C
Bei Patienten mit kongenitalem kompletten oder hochgradigem AV-Block kann eine permanente Stimulation erwogen werden, auch wenn keine Risikofaktoren vorhanden sind.	IIb	C
Bei Patienten mit persistierendem postoperativem bifaszikulärem Block in Verbindung mit transientem kompletten AV-Block kann eine permanente Stimulation erwogen werden.	IIb	C
Bei Patienten mit komplexem AHF und asymptomatischer Bradykardie (tagsüber Ruheherzfrequenz <40 bpm oder Pausen >3 s) kann eine permanente Stimulation auf individueller Basis erwogen werden.	IIb	C

8.5 Herzschrittmachertherapie bei hypertropher Kardiomyopathie

Im Allgemeinen sollten Patienten mit HCM und medikamentenrefraktären Symptomen, die durch eine Obstruktion des LV-Ausflusstrakts verursacht werden, für eine Operation oder eine Alkoholablation erwogen werden. Wenn die Patienten für eine invasive Septumverkleinerungstherapie ungeeignet oder nicht einverstanden sind, oder wenn die Patienten aus anderen Gründen bereits einen Schrittmacher oder ICD haben, kann eine sequentielle AV-Stimulation mit einer kurzen AV-Verzögerung erwogen werden. Ansonsten werden bei Patienten mit HCM die Standardkriterien für CRT und Stimulation empfohlen.

Empfehlungen für die Stimulation bei hypertropher obstruktiver Kardiomyopathie

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Die sequentielle AV-Stimulation mit kurzer AV-Verzögerung kann bei SR-Patienten mit anderen Stimulations- oder ICD-Indikationen in Erwägung gezogen werden, wenn medikamentenrefraktäre Symptome oder ein Ausgangswert oder provozierbarer LV-Ausflusstraktgradient ≥ 50 mmHg vorliegen.	IIb	B
Die sequentielle AV-Stimulation mit kurzer AV-Verzögerung kann bei ausgewählten Erwachsenen mit medikamentenrefraktären Symptomen, einem Ausgangswert oder provozierbarem LV-Ausflusstraktgradienten ≥ 50 mmHg im SR erwogen werden, die für andere invasive Therapien zur Verkleinerung des Septums ungeeignet oder nicht einverstanden sind.	IIb	B
Die sequentielle AV-Stimulation mit kurzer AV-Verzögerung kann bei ausgewählten Patienten mit medikamentenrefraktären Symptomen, einem Ausgangswert oder provozierbaren LV-Ausflusstraktgradienten ≥ 50 mmHg im SR erwogen werden, bei denen ein hohes Risiko für die Entwicklung eines AV-Blocks während der Septumablation besteht.	IIb	C

©ESC

Die Stimulationsparameter sollten so optimiert werden, dass eine maximale Präexzitation des RV-Apex bei minimaler Beeinträchtigung der LV-Füllung erreicht wird (in der Regel mit einem in Ruhe gemessenen AV-Intervall von 100 ± 30 ms).

8.6 Herzschrittmachertherapie bei seltenen Krankheiten

Long-QT-Syndrom

Die derzeitige Rolle der SM-Therapie beim Long-QT-Syndrom ist sehr begrenzt. Ein ICD (mit aktiver Stimulation) ist bei Patienten mit Symptomen, die nicht auf eine Betablockertherapie ansprechen, oder pausenabhängigen ventrikulären Arrhythmien gemäß den aktuellen ICD-Leitlinien, auf die wir uns beziehen, vorzuziehen.

Neuromuskuläre Erkrankungen

Verschiedene neuromuskuläre Erkrankungen erhöhen das Risiko von Kardiomyopathien, Arrhythmien und Überleitungsstörungen. Diese Empfehlungen sind eine Orientierungshilfe für die Fälle, in denen sich die Indikationen für die Stimulation von denen unterscheiden, die für andere Patienten mit Bradykardie gelten. Wenn eine Stimulation bei einer neuromuskulären Erkrankung indiziert ist, sollten die Indikationen für CRT und ICD gemäß den einschlägigen Leitlinien geprüft werden.

Empfehlungen zur Herzschrittmachertherapie bei seltenen Krankheiten

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen wie myotoner Dystrophie Typ 1 und AV-Block zweiten oder dritten Grades oder HV-Intervall ≥ 70 ms, mit oder ohne Symptome, ist eine permanente Stimulation indiziert. ^a	I	C
Bei Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen wie myotoner Dystrophie Typ 1 mit einer PR ≥ 240 ms oder einer QRS-Dauer ≥ 120 ms kann die Implantation eines permanenten Herzschrittmachers erwogen werden. ^a	IIb	C

^a Wenn bei einer neuromuskulären Erkrankung eine Stimulation indiziert ist, sollte eine CRT oder ein ICD gemäß den einschlägigen Leitlinien erwogen werden.

Empfehlung für Patienten mit LMNA-Genmutationen		
Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit LMNA-Genmutationen, einschließlich Emery-Dreifuss- und Gliedergürtel-Muskeldystrophie, die die konventionellen Kriterien für eine Schrittmacherimplantation erfüllen oder ein verlängertes PR-Intervall mit LSB aufweisen, sollte eine ICD-Implantation mit Schrittmacherfunktion erwogen werden, wenn eine Überlebensdauer von mindestens einem Jahr zu erwarten ist.	IIa	C

©ESC

Empfehlungen zur Schrittmachertherapie beim Kearns-Sayre-Syndrom		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit Kearns-Sayre-Syndrom, die eine PR-Verlängerung, einen AV-Block, einen BBB oder einen Faszikelblock aufweisen, sollte eine permanente Stimulation erwogen werden. ^a	IIa	C
Bei Patienten mit Kearns-Sayre-Syndrom ohne kardiale Erregungsleitungsstörung kann eine permanente Stimulation prophylaktisch erwogen werden. ^a	IIb	C

©ESC

PR = PR-Intervall.

^a Wenn eine Stimulation indiziert ist, sollte eine CRT oder ein ICD gemäß den einschlägigen Leitlinien erwogen werden.

Entzündliche Herzerkrankungen einschließlich Sarkoidose

Verschiedene Auslöser (Infektionen, Autoimmunerkrankungen, toxische Substanzen und physikalische Reaktionen) können entzündliche Herzerkrankungen verursachen. Die Beteiligung des AV-Knotens und des ventrikulären Erregungsleitungssystems ist häufiger als die des Sinusknotens. Ein AV-Block kann auf eine Beteiligung des Septums am Entzündungsprozess hinweisen und ist ein Prädiktor für einen ungünstigen Ausgang. Diese Empfehlungen sind eine Orientierungshilfe für die Fälle, in denen sich die Indikationen für die Stimulation von denen für andere Patienten mit Bradykardie unterscheiden. Vor der Wahl des Aggregattyps sollte die Indikation für einen ICD oder/und eine CRT erwogen werden, da die meisten

Ursachen für eine entzündliche Erkrankung, die eine Bradykardie verursacht, auch zu einer verminderten myokardialen Kontraktilität und ventrikulären Fibrose führen können.

Empfehlungen für die Stimulation des Herzens bei Sarkoidose		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit kardialer Sarkoidose, die einen permanenten oder transienten AV-Block haben, sollte die Implantation eines zur Stimulation fähigen Aggregats erwogen werden. ^a	Ila	C
Bei Patienten mit Sarkoidose und einer Indikation für eine permanente Stimulation, deren LVEF <50 % ist, sollte die Implantation eines CRT-D-Systems erwogen werden.	Ila	C

©ESC

^a Wenn eine Stimulation bei Sarkoidose indiziert ist, sollte ein ICD gemäß den einschlägigen Leitlinien erwogen werden.

9. Spezielle Hinweise zur Implantation von Herzschrittmachersystemen und zum perioperativen Management

In den Empfehlungen werden verschiedene prä-, peri- und postoperative Faktoren genannt, die berücksichtigt werden sollten, um Komplikationen im Zusammenhang mit der Implantation von Schrittmachersystemen zu verringern. Eine ausführliche Empfehlung zur Antikoagulation bis zum Schrittmachereingriff findet sich in **Tabelle 8** (auf der hinteren Umschlagseite).

Empfehlungen zur Implantation von Schrittmachersystemen und zum perioperativen Management		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Die Verabreichung einer präoperativen Antibiotikaprophylaxe binnen 1 Stunde nach dem Hautschnitt wird empfohlen, um das Risiko einer CIED-Infektion zu verringern.	I	A
Für die Hautantisepsis sollte Chlorhexidin-Alkohol anstelle von Povidon-Iod-Alkohol erwogen werden.	Ila	B

©ESC

Empfehlungen zur Implantation von Schrittmachersystemen und zum perioperativen Management (Fortsetzung)

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Für den venösen Zugang sollte die Vena cephalica oder die Vena axillaris als erste Wahl erwogen werden.	IIa	B
Um die Position der ventrikulären Elektroden zu bestätigen, sollten mehrere Durchleuchtungsprojektionen herangezogen werden.	IIa	C
Für die Implantation von Koronarsinus-Elektroden sollten quadripolare Elektroden als erste Wahl betrachtet werden.	IIa	C
Eine Spülung der Gerätetasche mit normaler Kochsalzlösung vor dem Wundverschluss sollte erwogen werden.	IIa	C
Bei Patienten, die sich einem CIED-Rezidiveingriff unterziehen, kann die Verwendung einer antibiotikahaltigen Hülle erwogen werden.	IIb	B
Die Stimulation des mittleren Ventrikelseptums kann bei Patienten mit hohem Perforationsrisiko (z. B. ältere Menschen, frühere Perforation, niedriger Body-Mass-Index, Frauen) erwogen werden.	IIb	C
Bei Herzschrittmacherimplantationen bei Patienten mit möglichen Taschenproblemen, wie z. B. einem erhöhten Erosionsrisiko aufgrund eines niedrigen Body-Mass-Index, dem Twiddler-Syndrom oder aus ästhetischen Gründen, kann eine submuskuläre Aggregattasche erwogen werden.	IIb	C
Eine Heparin-Überbrückung bei antikoagulierten Patienten wird nicht empfohlen.	III	A
Die Implantation eines permanenten Herzschrittmachers wird bei Patienten mit Fieber nicht empfohlen. Die Schrittmacherimplantation sollte verschoben werden, bis der Patient für mindestens 24 Stunden fieberfrei ist.	III	B

©ESC

10. Komplikationen bei Herzschrittmachern und kardialer Resynchronisationstherapie

Herzschrittmacher und CRT sind mit einem beträchtlichen Risiko von Komplikationen verbunden, von denen die meisten in der perioperativen Phase auftreten. Aber auch im langfristigen Verlauf bleibt ein erhebliches Risiko bestehen. Das Gesamtrisiko für Komplikationen wird je nach Operation und Aggregatetyp mit 5–15 % angegeben. Spezifische Komplikationsraten zeigt die Tabelle.

Tabelle 9: Komplikationen bei der Implantation von Herzschrittmachern und kardialer Resynchronisationstherapie

Inzidenz von Komplikationen nach CIED-Therapie	%
Elektrodenbedingte Reintervention (einschließlich Dislokation, Fehlstellung, Subclavia-Crush-Syndrom usw.)	1,0–5,9
CIED-bedingte Infektionen, <12 Monate	0,7–1,7
Oberflächliche Infektion	1,2
Tascheninfektionen	0,4
Systemische Infektion	0,5
CIED-bedingte Infektionen, >12 Monate	1,1–4,6
Tascheninfektionen	1,3
Systemische Infektion	0,5–1,2
Pneumothorax	0,5–2,2
Hämothorax	0,1
Verletzung des Plexus brachialis	<0,1
Perforation des Herzens	0,3–0,7
Koronarsinus-Dissektion/Perforation	0,7–2,1
Revision aufgrund von Schmerzen/Beschwerden	0,1–0,4
Zwerchfellstimulation, die eine erneute Intervention erfordert	0,5–5
Hämatom	2,1–5,3

Tabelle 9: Komplikationen bei der Implantation von Herzschrittmachern und kardialer Resynchronisationstherapie

Inzidenz von Komplikationen nach CIED-Therapie	%
Trikuspidalinsuffizienz	5–15
Schrittmacher-Syndrom	1–20
Aggregat/Sonden-Probleme	0,1–1,5
Tiefe Venenthrombose (akut oder chronisch)	0,1–2,6
Jegliche Komplikation	5–15
Sterblichkeit (<30 Tage)	0,8–1,4

©ESC

11. Überlegungen zum Therapiemanagement

Ein integriertes Management von Herzschrittmacher- und CRT-Patienten, das von einem interdisziplinären Team in Partnerschaft mit dem Patienten und seiner Familie umgesetzt wird, sollte eingeführt werden, um eine umfassende Behandlung über das gesamte Spektrum der Gesundheitsversorgung hinweg zu gewährleisten (siehe **Abbildung 12**).

Abbildung 12: Integriertes Management von Patienten mit Herzschrittmacher- und kardialer Resynchronisationstherapie



Integriertes Management von Patienten mit Herzschrittmacher und CRT

Betonung der patientenzentrierten Pflege und gemeinsamen Entscheidungsfindung

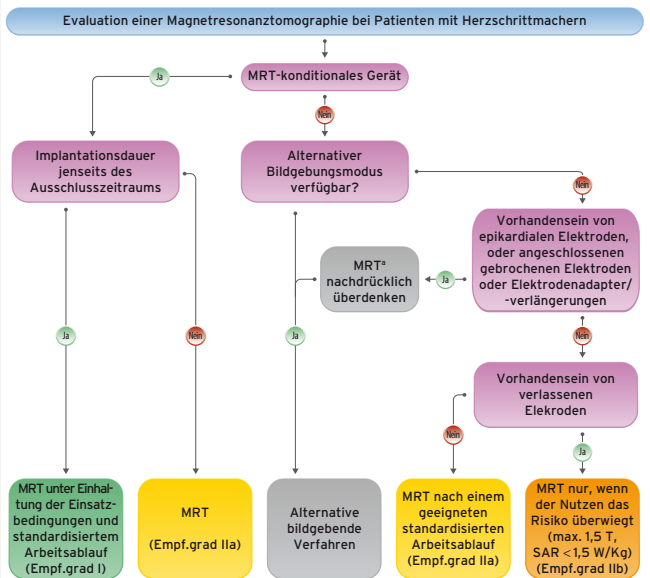
Optimale Aggregatauswahl und -implantation sicherstellen	Bewertung vor der Implantation und Einhaltung einer risikoarmen Implantationschirurgie
Physiologische Schrittmacherfunktion und Symptomkontrolle	Strukturierte Nachsorge mit individualisierter Aggregatprogrammierung (Fernüberwachung und Arztpraxis)
Behandlung der zugrunde liegenden Herzerkrankung	Einschließlich Schlaganfallprävention bei Vorhofflimmern und Optimierung der Herzinsuffizienz
Patientenschulung/Selbstmanagement	Einschließlich persönlicher Ziele und/oder Aktionsplan
Ausbildung von Fachkräften im Gesundheitswesen	Einschließlich Zertifizierungen für optimale Qualität in relevanten Fachbereichen
Änderung des Lebensstils	Maßnahmen zur Raucherentwöhnung, Alkoholkonsum, Ernährung und Bewegung
Psychosoziale Betreuung und Unterstützung	Psychologische Beurteilung und/oder Behandlung
Strategien zur Förderung der Therapietreue	Aufklärung der Patienten darüber, was sie von dem Aggregat und der medizinischen Behandlung mit den verfügbaren Technologien erwarten können
Multidisziplinärer Teamansatz	Gegebenenfalls unter Einbeziehung verschiedener Disziplinen: Elektrophysiologen, Kardiologen, Krankenschwestern und -pfleger, Angehörige anderer Berufe, Psychologen, Ernährungsberater und Apotheker
Klare Kommunikation des Unterschiedes zwischen Primär- und Sekundärversorgung	Einschließlich rechtzeitiger Gespräche über das Lebensende

CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie (cardiac resynchronization therapy).

11.1 Magnetresonanztomographie (MRT) bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachersystemen

Bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachern wird häufig eine MRT benötigt. Sie kann unerwünschte Wirkungen haben, wie z.B. eine unangemessene Aggregatfunktion aufgrund von Rückstell- oder Sensingproblemen, Interaktion mit dem magnetischen Reedrelais, Induktion von Strömen, die zu einer Myokardblockade führen, Erwärmung an der Elektrodenpitze mit Veränderungen der Sensing- oder Reizschwellen oder Sondenperforation. Generell sollten MRT-Untersuchungen immer im Rahmen eines strikt angewandten, standardisierten institutionellen Arbeitsablaufs und unter Einhaltung der entsprechenden Anwendungsbedingungen (einschließlich Programmierung) durchgeführt werden. **Abbildung 13** zeigt ein Flussdiagramm, in dem die Behandlung von Patienten mit einem Herzschrittmacher, bei denen eine MRT durchgeführt wird, zusammengefasst ist.

Abbildung 13: Flussdiagramm zur Abklärung der Durchführung der Magnetresonanztomographie bei Patienten mit Herzschrittmachern



MRT = Magnetresonanztomographie; SAR = spezifische Absorptionsrate.

^a Nur in Erwägung zu ziehen, wenn es keine bildgebenden Alternativen gibt und das Untersuchungsergebnis für die Anwendung lebensrettender Therapien für den Patienten entscheidend ist.

Empfehlungen für die Durchführung der Magnetresonanztomographie bei Patienten mit Herzschrittmachern

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten mit MRT-konditionalen Herzschrittmachersystemen ^a können MRT-Untersuchungen nach den Anweisungen des Herstellers sicher durchgeführt werden.	I	A
Bei Patienten mit nicht-MRT-konditionalen Herzschrittmachersystemen sollte eine MRT erwogen werden, wenn keine alternative Bildgebungsmethode verfügbar ist und keine epikardialen Elektroden, aufgegebenen oder beschädigten Elektroden oder Elektrodenadapter/-verlängerungen vorhanden sind.	IIa	B
Bei Herzschrittmacherpatienten mit aufgegebenen transvenösen Elektroden kann eine MRT erwogen werden, wenn keine alternative Bildgebungsmethode zur Verfügung steht.	IIb	C

©ESC

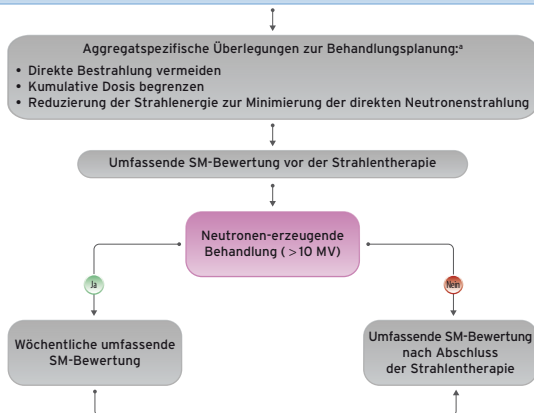
^a Kombination aus MRT-konditionalem Aggregat und Elektrode(n) desselben Herstellers.

11.2 Strahlentherapie bei Patienten mit Herzschrittmachern

Immer mehr Patienten mit CIEDs werden zur Strahlentherapie überwiesen, was zu Software- und Hardwarefehlern bei CIEDs führen kann. In **Abbildung 14** wird eine angemessene Entscheidungsfindung vorgeschlagen.

Abbildung 14: Herzschrittmacher-Management während der Strahlentherapie

Management von Herzschrittmachern bei Patienten, die sich einer Strahlentherapie unterziehen



EKG = Elektrokardiogramm; SM = Herzschrittmacher

^aDie Verlegung des Aggregats, eine kontinuierliche EKG-Überwachung, eine Neuprogrammierung oder die Anwendung eines Magneten sind sehr selten indiziert.

11.3 Passagere Herzschrittmachertherapie

Eine passagere Schrittmachertherapie kann bei Patienten mit akuter lebensbedrohlicher Bradykardie eine elektronische Herzstimulation ermöglichen oder prophylaktisch eingesetzt werden, wenn die Notwendigkeit einer Stimulation absehbar ist (z. B. nach einer Herzoperation). Zu den Modalitäten für die passagere Notfallstimulation gehören transvenöse, epikardiale und transkutane Zugänge.

Empfehlungen zur passageren Stimulation des Herzens

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Eine passagere transvenöse Stimulation wird bei hämodynamisch beeinträchtigenden Bradyarrhythmien empfohlen, die auf intravenöse chronotrope Medikamente nicht ansprechen.	I	C
Die transkutane Stimulation sollte bei hämodynamisch beeinträchtigenden Bradyarrhythmien erwogen werden, wenn eine passagere transvenöse Stimulation nicht möglich oder verfügbar ist.	IIa	C
Eine passagere transvenöse Stimulation sollte erwogen werden, wenn eine sofortige Stimulation indiziert ist und die Stimulationsindikationen voraussichtlich reversibel sind, z. B. im Zusammenhang mit Myokardischämie, Myokarditis, Elektrolytstörungen, toxischer Exposition oder nach einer Herzoperation.	IIa	C
Eine passagere transvenöse Stimulation sollte als Überbrückung bis zur Implantation eines permanenten Herzschrittmachers erwogen werden, wenn diese Therapie nicht sofort verfügbar oder aufgrund einer begleitenden Infektion nicht möglich ist.	IIa	C
Für eine langfristige passagere transvenöse Stimulation sollte eine aktiv fixierte Sonde erwogen werden, die durch die Haut eingeführt und an einen externen Herzschrittmacher angeschlossen wird.	IIa	C

© ESC

11.4 Perioperatives Management bei Patienten mit Herzrhythmusimplantaten

Allgemeine Empfehlungen zum perioperativen Management von Patienten mit Herzrhythmusimplantaten

- Minimieren Sie die Verwendung ipsilateraler zentraler Zugänge, legen und entfernen Sie Pulmonalarterienkatheter unter fluoroskopischer Kontrolle und ergreifen Sie alle Maßnahmen, um eine Bakteriämie nach Möglichkeit zu verhindern.
- Informieren Sie den Patienten über das potenzielle Risiko elektromagnetischer Störungen während des Eingriffs und ergreifen Sie Maßnahmen, um diese entsprechend den Erfordernissen und Präferenzen des Patienten zu vermeiden.
- Überprüfen Sie das Aggregat vor der Operation, wenn es in den vorangegangenen 12 Monaten nicht elektiv kontrolliert wurde oder wenn die Lebensdauer der Batterie unbekannt ist.
- Vergewissern Sie sich vor der Operation, dass der Magnetmodus asynchrone Stimulation ist (bei vielen Modellen ist der Magnetmodus programmierbar).
- Die Anwesenheit von Herzschrittmacher-Personal im Haus ist nur dann erforderlich, wenn eine Umprogrammierung des Aggregats notwendig ist oder bei Verfahren, die starke elektromagnetische Störungen verursachen können.
- Magnete sollten in allen Operationssälen unmittelbar verfügbar sein, wenn Eingriffe an Trägern von Herzrhythmusimplantaten vorgenommen werden.
- Überwachen Sie die Sättigungskurve, wenn der Kauter die Beurteilung des Elektrokardiogramms stört.
- Überprüfen Sie das Aggregat nach der Operation, wenn eine Fehlfunktion vermutet wird oder wenn das Aggregat erheblichen elektromagnetischen Störungen ausgesetzt war.

11.5 Herzrhythmusimplantate und Sport

Generell wird regelmäßige Bewegung zur Vorbeugung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen dringend empfohlen. Bei Patienten mit Aggregaten sollten Sportarten mit starkem Körperkontakt (z. B. Rugby, Kampfsport) vermieden werden, um eine Beschädigung von Aggregatkomponenten oder Hämatome an der Implantationsstelle zu vermeiden. Ausführliche Empfehlungen zur sportlichen Betätigung bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen finden Sie in den einschlägigen Leitlinien.

11.6 Wenn Herzschrittmachertherapie nicht mehr indiziert ist

Für Patienten mit implantierten Herzschrittmachersystemen, bei denen eine Stimulation nicht mehr indiziert ist, stehen verschiedene Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung:

1. Belassen des Schrittmacheraggregates und der Schrittmachersonden an Ort und Stelle.
2. Explantation des Herzschrittmacheraggregats und Belassen der Elektroden.
3. Explantation von Herzschrittmacheraggregat und -elektroden.

Empfehlung, wenn die Stimulation nicht mehr indiziert ist

Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Wenn die Stimulation nicht mehr indiziert ist, sollte die Entscheidung über die Vorgehensweise auf einer individuellen Risiko-Nutzen-Analyse im Rahmen eines gemeinsamen Entscheidungsprozesses mit dem Patienten beruhen.	I	C

©ESC

11.7 Nachsorge

Der Patient und das Herzrhythmusimplantat sollten als eine Einheit behandelt werden, wobei die Programmierung auf die Erfordernisse des Patienten zugeschnitten sein sollte. Die Ziele sind 1) die Gewährleistung der Patientensicherheit, 2) die Bereitstellung einer physiologischen Stimulation, 3) die Verbesserung der Lebensqualität des Patienten, 4) die Verbesserung des klinischen Managements des Patienten und 5) die Maximierung der Langlebigkeit des Aggregats. Die Notwendigkeit der Überwachung der zugrundeliegenden Herzerkrankung sollte nicht außer Acht gelassen werden. Neben der technischen Überprüfung und der Optimierung der Programmierung ist auch eine angemessene Beratung des Patienten und seiner Familie erforderlich, um diese Ziele zu erreichen. Die Häufigkeit der Nachsorge hängt von der Art des Aggregats ab (CRT und HBP sind mit mehr klinischen und technischen Problemen verbunden und erfordern eine engmaschigere Überwachung) und davon, ob das System telemedizinisch nachgesorgt wird (siehe Tabelle).

Tabelle 10: Häufigkeit der Nachsorge bei standardmäßiger Herzschrittmacher- und kardialer Resynchronisationstherapie, entweder nur in Präsenz oder in Kombination mit telemedizinischer Betreuung

	Nur in der Arztpraxis	In der Arztpraxis + telemedizinisch
Alle Aggregate	Binnen 72 Stunden und 2–12 Wochen nach Implantation	In der Arztpraxis binnen 72 Stunden und 2–12 Wochen nach Implantation
CRT-P oder HBP	Alle 6 Monate	Alle 6 Monate telemedizinisch und alle 12 Monate in der Arztpraxis ^a
Ein-/Zweikammer	Alle 12 Monate, dann alle 3–6 Monate bei Anzeichen für eine Entladung der Batterie	Alle 6 Monate telemedizinisch und alle 18–24 Monate in der Arztpraxis ^a

HBP = His-Bündel-Stimulation (his bundle pacing).

^aTelemedizinische Nachsorge kann Besuche in der Arztpraxis nur dann ersetzen, wenn die Algorithmen für automatische Reizschwellenmessung verlässlich funktionieren (und zuvor in der Arztpraxis überprüft wurden).

Hinweis: Zusätzliche Nachuntersuchungen in der Arztpraxis können erforderlich sein (z. B. zur Überprüfung der klinischen Auswirkung einer Programmänderung oder zur Behebung eines technischen Problems).

Telemonitoring (d. h. von vorab festgelegten Alarmschwellen) sollte in allen Fällen zusammen mit telemedizinischer Nachsorge durchgeführt werden.

Empfehlungen für die Nachsorge von Herzschrittmachern und Herzschrittmachern mit Resynchronisationstherapie

Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
Die telemedizinische Nachsorge des Herzrhythmus-implantates wird empfohlen, um die Zahl der Nachsorgeuntersuchungen in der Arztpraxis bei Patienten mit Herzschrittmachern zu verringern, die Schwierigkeiten haben, in die Arztpraxis zu kommen (z. B. aufgrund eingeschränkter Mobilität oder anderer Verpflichtungen oder auf Wunsch des Patienten).	I	A
Die Fernüberwachung wird empfohlen, wenn eine Systemkomponente zurückgerufen wurde oder von einem Warnhinweis betroffen ist, damit bei Patienten, die einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind (z. B. bei einer Herzschrittmacher-Abhängigkeit), frühzeitig handlungsrelevante Ereignisse erkannt werden können.	I	C
Die routinemäßige Nachsorge von Ein- und Zweikammer-Schrittmachern in der Arztpraxis kann bei Patienten mit telemedizinische Nachsorge in Abständen von bis zu 24 Monaten erfolgen.	IIa	A
Telemonitoring von Herzschrittmachern sollte erwogen werden, um klinische Probleme (z. B. Arrhythmien) oder technische Probleme (z. B. Ausfall der Elektroden, Erschöpfung der Batterie) früher erkennen zu können.	IIa	B

©ESC

12. Patientenzentrierte Versorgung und gemeinsame Entscheidungsfindung bei Herzschrittmachertherapie und kardialer Resynchronisationstherapie

Ärzte haben die Pflicht, das Gesundheitsproblem zu definieren und zu erläutern und Empfehlungen zur besten verfügbaren Evidenz über alle zu diesem Zeitpunkt verfügbaren Optionen, einschließlich den Verzicht auf Behandlung, abzugeben, wobei sie sicherstellen müssen, dass die Werte und Präferenzen des Patienten berücksichtigt werden (**Abbildung 15**).

Abbildung 15: Beispiel für eine gemeinsame Entscheidungsfindung bei Patienten, die für eine Herzschrittmacher-/CRT-Implantation infrage kommen. Abgewandelt von den Grundsätzen des SHARE-Ansatzes*.



CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie (cardiac resynchronization therapy);
SM = Schrittmacher.

Basierend auf den Bedürfnissen und Präferenzen des Patienten sollte die Aufklärung vor der Implantation, bei der Entlassung und während der Nachsorge nach einem personenzentrierten Ansatz erfolgen (Tabelle 11).

* Näheres zum SHARE-Ansatz unter: <https://www.ahrq.gov/health-literacy/professional-training/shared-decision/index.html>.

Tabelle 11: Themen und Inhalte, die in die Patientenaufklärung aufgenommen werden können

Themen	Inhalte, die in die Patientenaufklärung aufgenommen werden können
Biophysio- logisch	Krankheit/Zustand, Indikation des Herzschrittmachers, Implantationsablauf, mögliche periprozedurale oder späte Komplikationen und Fehlfunktionen, Funktion des Herzschrittmachers/CRT und technische Aspekte, Patienten-Alarm (falls zutreffend), Batteriewechsel. Demonstration von Herzschrittmacher-Dummies.
Funktionell	Tägliche Aktivitäten: Mobilität, körperliche Aktivitäten und Sport, mögliche körperliche Einschränkungen (Armbewegungen), sexuelle Aktivität, Einschränkungen beim Autofahren, Reisen, Wundversorgung, Medikamenteneinnahme. Normale postoperative Anzeichen und Symptome und Selbstversorgung; Schmerzen, Steifheit in der Schulter, Schwellung oder Empfindlichkeit um die Schrittmachertasche.
Finanzen	Behandlungskosten und Rechte im Sozialversicherungssystem, Versicherungsfragen, Krankenstand.
Emotional	Mögliche Emotionen und Reaktionen auf die Schrittmacherbehandlung: Angst, Sorgen, Körperbild.
Soziales	Verfügbare Unterstützung: Telefonische Unterstützung, persönliche Gruppensitzungen, Patientenforen und Selbsthilfe-Gruppen. Mögliche Beschäftigungseinschränkungen und elektromagnetische Störungen.
Ethisch	Rechte und Pflichten von Patienten und Gesundheitsdienstleistern: Zustimmung/Ablehnung einer Herzschrittmacher- oder CRT-Therapie oder Abbruch der Therapie. Informationen über die Registrierung im nationalen Register für Herzschrittmacher.
Praktisch	Die Kontaktdaten der Herzschrittmacher-Klinik auf dem Herzschrittmacher-Ausweis. Nachsorge-Routinen: aus der Ferne oder/und im Krankenhaus. Wo kann man weitere Informationen erhalten: zuverlässige webbasierte Informationen/Quellen, welche Organisationen bieten zuverlässige Gesundheitsinformationen an.

Empfehlung zur patientenzentrierten Versorgung und gemeinsamen Entscheidungsfindung bei der Herzschrittmacher- und kardialen Resynchronisationstherapie

Empfehlung	Empf.-grad	Evidenz-grad
Bei Patienten, die für einen Herzschrittmacher oder eine CRT infrage kommen, sollte die Entscheidung auf der Grundlage der besten verfügbaren Evidenz getroffen werden, wobei das individuelle Nutzen-Risiko-Verhältnis jeder Option, die Präferenzen des Patienten und die Versorgungsziele zu berücksichtigen sind. Es wird empfohlen, einen integrierten Versorgungsansatz zu verfolgen und bei der Beratung die Grundsätze der patientenzentrierten Versorgung und der gemeinsamen Entscheidungsfindung anzuwenden.	I	C

©ESC

© 2021 European Society of Cardiology

Diese Pocket-Leitlinie darf in keiner Form, auch nicht auszugsweise, ohne ausdrückliche Erlaubnis der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. vervielfältigt oder übersetzt werden.

Dieser Kurzfassung liegen die „2021 ESC Pocket Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy“ in der zum Zeitpunkt der Erstellung der Pocket-Leitlinie aktuellen Version zugrunde.

European Heart Journal 2021 - doi: 10.1093/eurheartj/ehab364

Korrekturen und Aktualisierungen sind unter www.escardio.org/guidelines verfügbar.

Herausgeber ist der Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.; bearbeitet wurden die Leitlinien im Auftrag der Kommission für Klinische Kardiovaskuläre Medizin.

Haftungsausschluss: Die von der DGK adaptierten ESC-Leitlinien geben die Ansichten der ESC/DGK wieder und wurden unter sorgfältiger Prüfung der wissenschaftlichen und medizinischen Erkenntnisse und der zum Zeitpunkt ihrer Datierung verfügbaren Evidenz erstellt.

Die DGK ist nicht verantwortlich für Widersprüche, Diskrepanzen und/oder Uneindeutigkeiten zwischen den DGK-Leitlinien und anderen von den zuständigen Gesundheitsinstitutionen veröffentlichten offiziellen Empfehlungen oder Leitlinien, insbesondere in Bezug auf gebotene Maßnahmen zur Gesundheitsversorgung oder auf Behandlungsstrategien. Die Angehörigen der Heilberufe werden ermutigt, die DGK-Leitlinien bei der Ausübung ihrer klinischen Diagnosen sowie bei der Festlegung und Umsetzung präventiver, diagnostischer oder therapeutischer medizinischer Strategien umfassend zu berücksichtigen. Die DGK-Leitlinien heben jedoch in keiner Weise die individuelle Verantwortung der Angehörigen der Heilberufe auf, angemessene und sachgerechte Entscheidungen unter Berücksichtigung des Gesundheitszustands des einzelnen Patienten und gegebenenfalls in Absprache mit diesem und dem Pflegepersonal des Patienten zu treffen. Die DGK-Leitlinien befreien die Angehörigen der Heilberufe auch nicht davon, die einschlägigen offiziellen aktualisierten Empfehlungen oder Leitlinien der zuständigen Gesundheitsinstitutionen sorgfältig und umfassend zu berücksichtigen, um den Fall jedes einzelnen Patienten im Lichte der wissenschaftlichen Erkenntnisse und gemäß den jeweiligen einschlägigen ethischen und beruflichen Pflichten zu behandeln. Ebenso liegt es in der Verantwortung der Angehörigen der Heilberufe, die zum Zeitpunkt der Verordnung geltenden Regeln und Vorschriften für Arzneimittel und Medizinprodukte zu beachten und sich vor einer klinischen Entscheidung zu vergewissern, ob die Pocket-Leitlinie zwischenzeitlich aktualisiert wurde.

Abbildung 15: Die ESC-Leitlinien von 2021 für Herzschrittmacher und CRT enthalten neue und aktualisierte Empfehlungen für diese Therapien bei relevanten Patientengruppen.

Neu in diesen Leitlinien

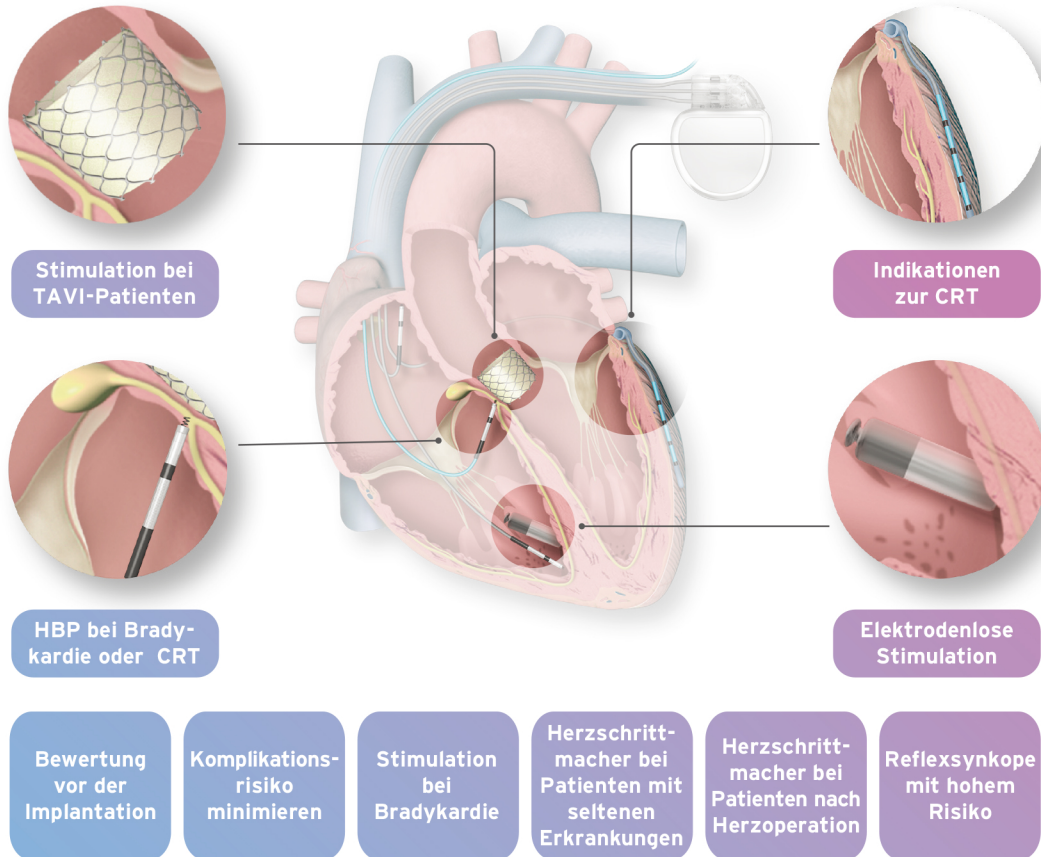


Tabelle 8: Management der Antikoagulation bei Schrittmacher-Implantation

	Duale Plättchenhemmung		NOAK	VKA	OAK+ Plättchenhemmung
	Thromboserisiko nach PCI				
	mittel oder niedrig >1 Monat nach PCI >6 Monate seit akutem Koronarsyndrom bei Index-PCI	Hoch <1 Monat nach PCI <6 Monate seit akutem Koronarsyndrom bei Index-PCI			
Niedriges Blutungsrisiko beim Eingriff Erstimplantation	ASS fortsetzen UND P2Y ₁₂ -Hemmer absetzen: Ticagrelor spätestens 3 Tage vor der Operation, Clopidogrel spätestens 5 Tage vor der Operation, Prasugrel spätestens 7 Tage vor der Operation.	<u>Elektiver Eingriff:</u> Verschiebung erwägen <u>Andernfalls:</u> • ASS fortsetzen • P2Y ₁₂ -Hemmer fortsetzen	Fortsetzen oder unterbrechen nach Präferenz des Operators. Wenn Unterbrechung, dann basiert auf CrCl und spezifischem NOAK	Fortsetzen ^a	OAK fortsetzen (VKA ^a oder NOAK). Plättchenhemmung gemäß patientenspezifi- scher Nutzen/ Risiko-Analyse absetzen
Hohes Blutungsrisiko beim Eingriff Aggregat- Austausch, Aufrüstungs/ Revisionseingriff		ASS fortsetzen UND P2Y ₁₂ -Hemmer absetzen: Ticagrelor spätestens 3 Tage vor der Operation, Clopidogrel spätestens 5 Tage vor der Operation, Prasugrel spätestens 7 Tage vor der Operation. Überbrückung mit GP IIb/ IIIa-Hemmern			

CrCl = Kreatinin-Clearance; GP = Glykoprotein; INR = Internationale normalisierte Ratio; NOAK = nicht-VKA orale Antikoagulanzen; OAK = orale Antikoagulation;

PCI = Perkutane Koronar-Intervention; VKA = Vitamin K-Antagonist.

^aZiel-INR im therapeutischen Bereich.



**Deutsche Gesellschaft für Kardiologie –
Herz- und Kreislaufforschung e.V.
*German Cardiac Society***

Grafenberger Allee 100 · D-40237 Düsseldorf
Tel.: +49 (0)211600692-0 · Fax: +49 (0)211600692-10
E-Mail: info@dgk.org · Internet: www.dgk.org

www.escardio.org / www.dgk.org

Börm Bruckmeier Verlag GmbH
978-3-89862-333-9

